

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Studie přezbrojení kobek v rozvodně 6kV

Analysis of Switchboard Vaults Redesign.

2012

Radoslav Ramach

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání bakalářské práce

Student: **Radoslav Ramach**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika
Téma: Studie přezbrojení kobek v rozvodně 6kV.
Analysis of Switchboard Vaults Redesign.

Zásady pro vypracování:

1. Úvod.
2. Varianty uspořádání rozvodu a možnosti jejich vyzbroje.
3. Popis stávajícího stavu vybrané rozvodny.
4. Návrh vyzbroje rozvodny.
5. Zhodnocení a doporučení dalších možností modernizace.
1. Introduction.
2. Substation Organization and Equipment Possibilities.
3. Description of Selected Substation Actual Situation.
4. Design of Substation Equipment.
5. Conclusions and Recommendations.

Seznam doporučené odborné literatury:


- [1] Firemní materiály ABB, a.s., Siemens, s.r.o. a DALKIA Česká republika, a.s.
- [2] R. Grym, P.Hochman, J. Machoň, J. Hermann, B. Duchoň, Chránění II, IRIS2004
- [3] Dohnálek P.: Ochrany v průmyslu a energetice. SNTL, Praha 1991
- [4] Rusek S.; skriptum, Teoretická energetika; VŠB - Ostrava 1999
- [5] Santarius P.; skriptum, Elektrické stanice a vedení; VŠB - Ostrava 1993.

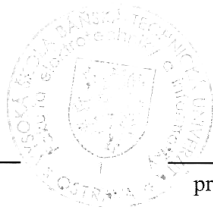
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lukáš Prokop, Ph.D.**

Datum zadání: 30.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012


prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry




prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně.
Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Karviné 3.května 2012



Radoslav Ramach

Abstrakt

Návrh na přezbrojení rozvodny S01BCA0 R6 kV v kobkách č. 01 a 10 v provozu Teplárny Karviná (TČA) pro pohony vysokotlakých čerpadel EN1, EN2 pro oběhovou vodu do kotlů K1, K2, K6, K7. Návrh bude realizován odstraněním stávajících odpojovačů, vypínačů VF SF₆, měřících transformátorů *U*, *I* a elektromotorů 6 kV. Ty budou nahrazeny novými odpojovači, vakuovými vypínači, měřícími transformátory *U*, *I*, digitálními ochranami a multifunkčními měřícími přístroji.

Realizace tohoto návrhu povede k plynulému řízení otáček pohonů, zvýšení spolehlivosti, plynulosti doplňování napájecí vodou, bezpečnosti provozovaného zařízení, snížení rázových proudů a v konečném důsledku i ke snížení vlastní spotřeby elektrické energie.

Klíčová slova

rozvodna, kobka, odpojovač, vypínač, měřící transformátor, ochrana

Abstract

The bachelor thesis deals with the proposal to rearm the substation S01BCA0 R6 kV in the cells no.01 and 10 for the drives of the medium voltage charge pumps EN 1, EN 2 and for circulating water to the boilers in the heating plant Teplárny Karviná. The proposal will be implemented by removing the current circuit breakers, VF SF₆ switches, *U* and *I* measuring transformers and 6 kV electric motors. The above mentioned removal will be replaced by the new circuit breakers, vacuum switches, *U* measuring transformers, *I*, digital protection, multifunction power meter.

The implementation of the proposal will lead to the economic run of the drives revolutions and to the increase of reliability. Moreover, it will ensure the continuous supply of water, safety of the operating mechanism and peak current reduction and ultimately to reduce their own energy consumption.

Keywords

substation, cell, disconnecter, switch, measuring transformer, protection

OBSAH:

ABSTRAKT.....	4
KLÍČOVÁ SLOVA.....	4
ABSTRACT.....	4
KEYWORDS.....	4
SUBSTATION, CELL, DISCONNECTOR, SWITCH, MEASURING TRANSFORMER, PROTECTIONOBSAH:	4
OBSAH:	1
SEZNAM TABULEK.....	3
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK:	4
ÚVOD.....	5
1 ROZVODNY A JEJICH VÝZBROJ.....	6
1.1 ROZDĚLENÍ ROZVODEN	6
1.2 PŘÍPOJNICE A ODBOČKY	9
1.3 ODPOJOVAČE.....	10
1.3.1 Popis a rozdělení odpojovačů	10
1.4 VYPÍNAČE VN.....	11
1.4.1 Popis a rozdělení výkonových vypínačů VN.....	11
1.4.2 Porovnání vypínačů SF ₆ a vakuových vypínačů.....	14
1.5 POPIS A ROZDĚLENÍ OCHRAN	18
1.5.1 Druhy poruchových stavů.....	18
1.5.2 Rozdělení ochran dle druhu poruchy :	18
1.6 MĚŘICÍ A OVLÁDACÍ PŘÍSTROJE.....	19
1.6.1 Terminál vývodového pole	19
1.6.2 Multifunkční měřicí přístroje elektrické energie	20
1.6.3 Měřicí přístroje proudu a napětí.....	21
1.6.4 Návrh elektrického vedení.....	23
1.7 VLIVY PROSTŘEDÍ.....	24
1.7.1 Charakteristika vnějších vlivů.....	24
1.7.2 Rozdělení a označování vnějších vlivů	24
1.7.3 Určování vnějších vlivů.....	25
1.7.4 Příklady vnějších vlivů	25
2 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU ROZVODNY R6 KV - VK.....	26
2.1 POPIS ZAŘÍZENÍ, UMÍSTĚNÍ, ÚČEL.....	26
2.1.1 Umístění rozvodny a kabelového prostoru.	26
2.1.2 Ovládání rozvodny	27
2.1.3 Ovládací skříň kobky.....	27
2.1.4 Silová část kobky.....	30
2.2 TECHNICKÉ PARAMETRY ROZVODNY R 6 kV	33
2.2.1 Napájení, přívody, hlavní vývody.....	33
2.2.2 Jednotlivé kobky rozvodny R6 kV vlastní kobková	33
2.3 TECHNICKÝ POPIS	35
2.4 HLAVNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE.....	35
2.5 ZDŮVODNĚNÍ NUTNOSTI PŘEZBROJENÍ KOBK Č. 1 A Č. 10	35
3 NÁVRH VÝZBROJE ROZVODNY R6KV - VK.....	36
3.1 NAPÁJENÍ KOBK S01BCA01 A 10 POMOCNÝM NAPĚTÍM A PRŮBĚŽNÉ OBVODY	37
3.2 OCHRANY, MĚŘENÍ, OVLÁDÁNÍ, SIGNALIZACE.....	37
3.3 PROTIPOŽÁRNÍ PŘEPÁŽKY.....	37
3.4 OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM.....	37
3.5 DEMONTÁŽE.....	38
3.6 NÁTĚRY.....	38
3.7 BEZPEČNOSTNÍ OPATŘENÍ.....	38

3.8	TECHNICKÉ SPECIFIKACE NAVRHOVANÝCH ZAŘÍZENÍ	38
3.8.1	Odpojovače typu QAK - IVEP	38
3.8.2	Vypínač 3AH5 - Siemens	40
3.8.3	Měřicí transformátor TSR - ABB	42
3.8.4	Terminál REF 630 - ABB	43
3.8.5	Ovládací skříň pro kobkovou rozvodnu	44
3.8.6	Multifunkční měřicí přístroj SIMEAS P50 - Siemens	45
4	ZÁVĚR	46
5	LITERATURA	47

SEZNAM OBRÁZKŮ

obr. 1-1 Odbočky rozvoden.....	7
obr. 1-2 Přípojnice s odpojovačem.....	10
obr. 1-3 Hlavní části vnitřního odpojovače vn.....	11
obr. 1-4 Princip zhášení oblouku v kapalině.....	12
obr. 1-5 Děje v akumulacním prostoru.....	15
obr. 1-6 Průřez pólovou jednotkou SF ₆ VF ABB.....	16
obr. 1-7 Vakuová komora.....	17
obr. 1-8 Přední panel terminálu REF 54x.....	19
obr. 1-9 Multifunkční měřicí přístroj Sentron PAC3200.....	20
obr. 1-10 Průchodkový tyčový transformátor proudu řady TTR 6x.x.....	21
obr. 1-11 Princip Rogowského cívky.....	22
obr. 1-12 Kombinovaný senzor pro vnitřní použití KEVCD.....	22
obr. 1-13 Porovnání nákladů indukčního a elektronického přístrojového transformátoru.....	23
obr. 2-1 Rozvodna R 6 kV - vlastní, kobková.....	26
obr. 2-2 Dálkové ovládání z elektrovelínu - systém Mozaika.....	27
obr. 2-3 Ovládací skříň kobky S01BCA01GH001.....	28
obr. 2-4 Nadproudová časová ochrana AT 31 DX.....	29
obr. 2-5 Mžikové proudové relé A 15.....	30
obr. 2-6 Sběrníkový odpojovač OM 10/630-30.....	31
obr. 2-7 Trojpólový vypínač typu VF 12.08.16.....	32
obr. 2-8 Kobka č.10 rozvodna R6 kV.....	34
obr. 2-9 Vypínač ABB SF ₆ s elektromagnetickými cívkami.....	36
obr. 3-1 Odpojovač QAK - IVEP.....	40
obr. 3-2 Vakuový vypínač 3AH5 Siemens - čelní strana.....	41
obr. 3-3 Vakuový vypínač 3AH5 Siemens - zadní strana.....	41
obr. 3-4 Přístrojový transformátor proudu TSR.....	42
obr. 3-5 Terminál vývodového pole REF 630 firmy ABB.....	44
obr. 3-6 Multifunkční měřicí přístroj Simeas P.....	45

SEZNAM TABULEK

tab. 1-1 Šířka chodeb pro vnitřní rozvodny.....	7
tab. 1-2 Doporučení hodnoty zkratových odolností a dynamické proudy.....	8
tab. 1-3 Parametry rozvoden.....	8
tab. 4-1 Parametry odpojovače QAK.....	39

Seznam použitých symbolů a zkratek:

A	ampér
AC	střídavý proud
AM	asynchronní motor
DC	stejnoseměrný proud
DIN	Dalkia Industry
EMC	elektromagnetická kompatibilita
EN1,2	elektronapáječky
HW	hardware
Hz	Hertz
I	proud
Idyn	dynamický proud
IED	inteligentní elektronické zařízení
Ik	počáteční rázový proud
In vyp.	jmenovitý vypínací proud
K1,2,6,7	kotel
kA	kilo ampér
MF	měníč frekvence
kg	kilogram
MF	měníč frekvence
MPP	místní provozní předpisy
ms	milisekundy
MTP	měřicí transformátor proudu
MVA	mega volt ampér
nn	nízké napětí
OČ	oběhové čerpadlo
P	činný výkon
PEN	střední a ochranný vodič
PLC	programovatelný automat (programmable logic controller)
PT	proudový transformátor
Q	jalový výkon
R6 kV	rozvodna 6000 V
ss	stejnoseměrný
SF ₆	fluorid sírový
st	střídavý
SW	software
T	transformátor
TČA	Teplárna Československé armády
THD	celkové harmonické zkreslení
TKV	Teplárna Karviná
U	napětí
US	ukazatel stavu
V	volt
vn	vysoké napětí
vvn	velmi vysoké napětí
VTN	vysokotlaká napáječka
W	watt
Wč	činná práce
Wj	jalová práce
zvn	zvlášť vysoké napětí

Úvod

Předmětem této bakalářské práce je návrh přezbrojení stávajících kobek 6 kV a souvisejících zařízení pro řízený rozběh elektromotorů napájecích čerpadel EN1 a EN2 v kobkách č. 01 a 10 rozvodny S01BCA00 (R6-VK), což je kobková rozvodna vlastní spotřeby napěťovou hladinou 6 kV firmy Dalkia ČR a.s. závodu Teplárna Československá Armáda (TČA), jejíž vlastníkem je Dalkia ČR a.s.

Závod Teplárna Československé Armády (dále jen TČA) je kogenerační jednotkou. Dodává teplo pro města Karviná a Havířov a zároveň elektrickou energii do distribuční soustavy 110 kV vedením č. 101 a č. 102 pro firmy OKD a ČEZ a nově i pro Dalkia Industry - DIN na úrovni 22 kV. Na této úrovni 22 kV je rovněž vedení V631 zajišťující propojení mezi TČA a TKV pro napájení vlastní spotřeby TČA v době její celozávodní odstávky.

První část této práce se zabývá všeobecným popisem rozvoden a výzbrojí se zaměřením zejména na kobkové rozvodny, analýzou použití možných vypínačů VN a porovnání vypínačů VF SF₆ firmy ABB a vakuového vypínače 3AH5 firmy Siemens.

Druhá část se zabývá popisem konkrétního současného stavu rozvodny R6-VK na TČA a popisem stavu kobek č. 1 a č. 10 pro elektronapáječky 6 kV. Podkapitola pak seznamuje s provozními problémy vypínačů VF SF₆ a zdůvodněním nutnosti jejich výměny.

Ve třetí části je uveden popis jedné z variant realizace nového přezbrojení kobek č. 1 a č. 10, technická data elektrických přístrojů, výhody nového zařízení, ekonomický přínos a návrhy na další možné inovace výzbroje rozvodny.

Závěr této práce hodnotí technicko – ekonomický přínos rekonstrukce této části rozvodny.

1 ROZVODNY A JEJICH VÝZBROJ

1.1 Rozdělení rozvoden

Rozvodna je prostor kde jsou soustředěna zařízení na připojení zdrojů jako jsou generátory, transformátory, přívodní vedení a také různé vývody - venkovní či kabelové, které jsou přivedeny ke spotřebičům elektrické energie. Je to tedy elektrický uzel. Hlavními parametry jsou jmenovité napětí a zkratová odolnost.

Každé rozvodné zařízení musí dle ČSN 33 3210 mít dokumentaci, která odpovídá skutečnému stavu. V případě jakýchkoliv změn je nutno co nejdříve ji pozměnit tak, aby odpovídala nové skutečnosti. Na všech rozvodných zařízeních (dále jen rozvodny), se musí provádět předepsané kontroly, revize, údržba a opravy. [1]

Přístrojové zařízení rozvoden může být umístěno jak venku, tak uvnitř budovy, potom rozlišujeme elektrické stanice s rozvodným zařízením vnitřního, nebo venkovního provedení. Vnitřní provedení je finančně náročnější, ale umožňuje větší využití místa na patra budovy a menší vzdálenosti mezi živými částmi. Zpravidla do 35 kV se používají ve vnitřním a pro vvn jako venkovní provedení.

Dle požadavků na velikost přenášeného výkonu, spolehlivost, zkratovou odolnost, náročnost prostoru a jiných kritérií rozdělujeme rozvodny na:

- kobkové
- skříňové
- zapouzdřené
- halové

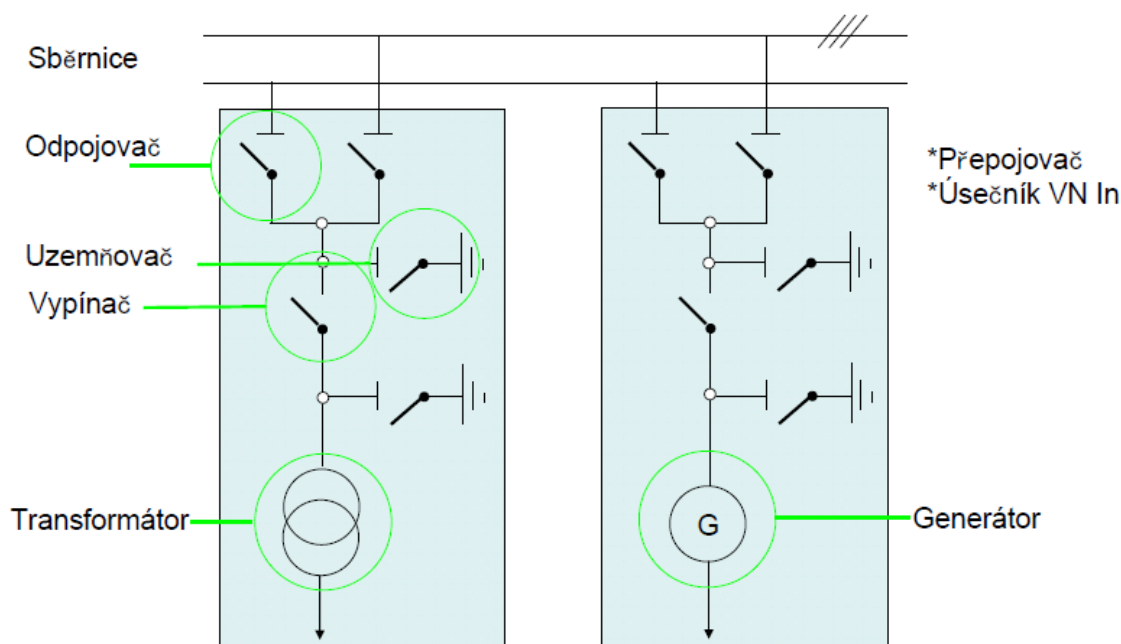
Z hlediska důležitosti je pro tuto práci podstatná rozvodna kobková, která je nejdéle používaným typem rozvoden, ale je nejnáročnější na zbudování. Jejich předností je vysoká spolehlivost a možnost provedení pro nejvyšší zatížení a zkratové odolnosti zařízení. Kobkou rozvodny označujeme stavebně oddělený prostor pro každou samostatnou odbočku. Boční a zadní stěny kobek jsou nosnými stěnami a oddělují je od ostatních kobkových vývodů. Přední část je zpravidla opatřena drátěným pletivem, což umožňuje vizuální kontrolu aktuálního stavu odpojovače, vypínače a ostatního zařízení kobky. Dvířka z pletiva zajišťují ochranu před nebezpečným dotykem zábranou a musí být opatřena výstražnými tabulkami před nebezpečím úrazu elektrickým proudem. Ve vrchní části je kobka oddělena od přípojníc stříškou. Všechny zdi jsou opatřeny nehořlavými nátěry. Velkou výhodou kobek je, že v případě požáru vlivem zkratu, rozpojení odpojovače pod zátěží apod. jsou tyto vývody odděleny od ostatních zdmi a tím se snižuje riziko poškození přístrojů vedlejších vývodů a zároveň chrání obsluhu od ostatních kobek pod napětím. Tyto rozvodny se budují zpravidla dvoupodlažní. Horní podlaží obsahuje, bráno odshora, přípojnice (nebo také sběrný), přípojnicové odpojovače s ručním nebo elektrickým pohonem, vypínač, transformátory proudu a napětí s ampérmetry a voltmetry, popřípadě dalšími přístroji, které jsou vně kobky. Dolní podlaží je také odděleno zdmi od ostatních vývodů a obsahuje vývodový odpojovač zpravidla se zemními noži, kabelovou koncovku a kabelový vývod. Zemní nože zabezpečí ochranu před zpětným proudem u okruhových vedení.

Ovladače, displeje měřicích přístrojů, které je nutné denně sledovat či ovládat, musí být přístupné z pěší komunikace, jejíž minimální rozměry jsou 1,2 m na šířku a 2,1 m na výšku. Pokud jsou vybaveny rozvodny ovládacími a měřicími přístroji po obou stranách, musí mít tato komunikace minimální šířku 1,5 m. Pro různé napěťové hladiny jsou uvedeny rozměry chodeb vnitřních rozvodných zařízení v tab. 1-1. Vzdálenosti L1 a L3 jsou u zadních stěn potřebné pro práci na rozvodném zařízení a L2, L4 představují stranu, kde jsou umístěny ovládací a měřicí přístroje pro obsluhu jak je také uvedeno v tab. 1-1

tab. 1-1 Šířka chodeb pro vnitřní rozvodny

Kobkové rozvodny	Nejmenší dovolené vzdálenosti (mm)				
		L 1	L 2	L 3	L 4
	do 1kV	1000	1500	1200	1200
	do 10kV	1200	1800	1400	1200
	do 23kV	1400	2000	1600	1400
	do 35kV	1600	2200	1800	1600

V případě, že rozvodna má délku komunikace větší než 10 m, musí být průchozí. Pokud do těchto prostor nemají přístup osoby bez elektrotechnické kvalifikace, postačí druhý východ jako nouzový. [2]



obr. 1-1 Odbočky rozvoden.

Parametry pro návrh rozvodných elektrických zařízení rozvoden jsou dle [5]

- jmenovité napětí - jsou dána normalizovanou řadou napětí,
- zkratová odolnost - je dána normou a udává se jmenovitým vypínacím proudem (dvousekundový proud) $I_{nryp} = 6,3 - 63 \text{ kA}$,
- jmenovitý dynamický proud $I_{dyn} = 1,8 \times \sqrt{2} \times I_{nryp}$.

Studie přezbrojení kobek rozvodny 6 kV.

- Jmenovitá napětí podle ČSN 33 0120:2001
- nízké napětí nn 230/400, 500, 400/690, 1000 V
- vysoké napětí vn 3, 6, 10, 22 kV
- velmi vysoké napětí vvn 110, 220 kV
- zvláště vysoké napětí zvn 400, 750 kV

Vyšší napětí se v ČR nepoužívají

Zkratová odolnost v rozvodnách dle ČSN 38 1754 s doporučenými hodnotami jmenovitých vypínacích proudů. Tyto jsou totožné s hodnotami nadproudu po dobu trvání 2s. Hodnoty zkratové odolnosti a dynamického proudu jsou uvedeny v tab. 1-2. [3]

tab. 1-2 Doporučení hodnoty zkratových odolností a dynamické proudy.

Jmenovitý vypínací proud (dtto dvousekundový proud) (kA)	6,3	8	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63
Jmenovitý dynamický proud (dtto zapínací proud) (kA)	16	20	31,5	40	50	63	80	100	125	160

Pro různé napěťové hladiny odpovídají hodnoty zkratových odolností, které jsou v tab. 1-3.

tab. 1-3 Parametry rozvoden.

Jmenovité napětí (kV)	Nejvyšší provozní napětí (kV)	Jmenovitý Vypínací proud (kA)	Jmenovitý Dynamický proud (kV)	Rázový Zkratový výkon (MVA)
6	7,2	12,5	31,5	130
		25	63	260
		31,5	80	328
		50	125	520
10	12	12,5	31,5	216
		20	50	346
		25	63	433
		40	100	693
		50	125	866
22	25	6,3	16	240
		8	20	305
		12,5	31,5	476
		20	50	762
		25	63	953

Parametry pro rozvodná zařízení pro napětí 35, 110, 220, 400 kV jmenovitého napětí nejsou předmětem této práce a proto zde nejsou uvedena.

1.2 Přípojnice a odbočky

Přípojnice a odbočky jsou základními prvky rozvodu. K provedení přípojníc, nebo též sběrnice, rozvodných zařízení nn a vn se používají buď holé, ploché nebo jiné profilové tyče, nebo v pouzdrech s plynem SF₆.

Nejčastější provedení je holý pásový vodič s obdélníkovým průřezem. Jako materiál se používá elektrovedný hliník a měď různých průřezů a délek. Jejich úkolem je rozvod elektrické energie do odboček rozvodny, které mají vývody k jednotlivým spotřebičům.

Do 2500A se používá plochý profil, pro proudy mezi 3150 A a 4000 A bývá použit tvarovaný měděný profil, kdy jsou přípojnice zpravidla kryty izolačním materiálem.

V rozvodnách bývají nejčastěji použity dva systémy přípojníc a to

- jednoduchý systém, který můžeme dělit na podélné sekce spínané spínačem,
- dvojitý systém, ten se používá všude tam, kde nesmí dojít k přerušení dodávky elektrické energie. Používá se příčného spínače a to z toho důvodu, aby byla možnost přepojování odboček jednoho systému na druhý bez přerušení elektrického proudu

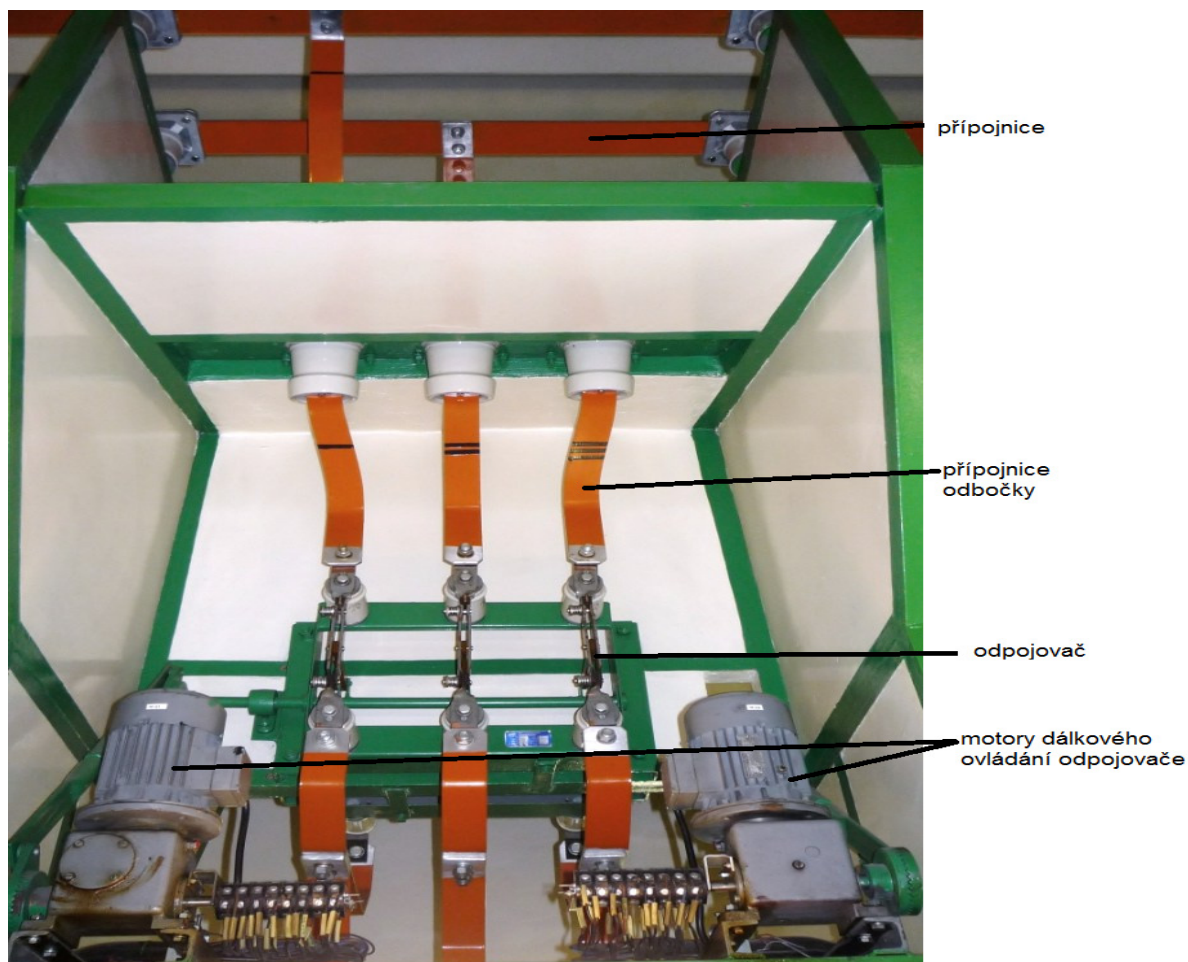
Uspořádání přípojníc se volí s ohledem na co nejlepší využití místa. Musí odolávat dynamickým účinkům zkratových proudů. Normalizovaná řada jmenovitých proudů je 4 až 20 kA. Na přípojnících je soustředěn celý výkon vedený do rozvodny a z nich je pak rozveden na jednotlivé odbočky, nejčastěji do kobek.

Schéma uspořádání může být v rovině vodorovné, svislé, šikmé, nebo do trojúhelníka. Pro přípojnicové vodiče se volí normovaná řada jmenovitých proudů - 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 400, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000, 5000, 6300, 8000, 10 000, 12 500, 16 000, 20 000 A.

Odbočky z rozvodu jsou vybaveny zařízeními a přístroji potřebné k vybavení a zabezpečení vývodů z rozvodny. Zpravidla bývají odbočky vybaveny stejnými přístroji, ale pro různé napěťové hladiny, proudové a zkratové odolnosti a jinými ukazateli.

Přístrojovým vybavením odboček jsou spínací přístroje pro zapínání a vypínání s proudem nebo bez proudu. Jsou to

- přípojnicový odpojovač - zajišťuje viditelné oddělení odbočky od přípojníc, tedy od zdroje energie
- vypínač - jeho schopností je vypínat a zapínat zkratové proudy
- vývodový odpojovač - zajistí viditelné odpojení vývodu od samotné odbočky. Tyto bývají zpravidla zhotoveny se zemnicími noži, které zajišťují uzemnění proti zpětnému proudu distribučního (okružového) vedení a zvyšují bezpečnost při práci na připojeném zařízení před úrazem proudu,
- přístrojové transformátory proudu a napětí, které napájí měřicí, signalizační, ochranné a řídicí obvody příslušné odbočky (kobky)
- měřicí a ochranná zařízení, která slouží k měření elektrické energie daného spotřebiče a k zajištění funkčnosti ochrany vývodu kobky. [3]



obr. 1-2 Přípojnice s odpojovačem.

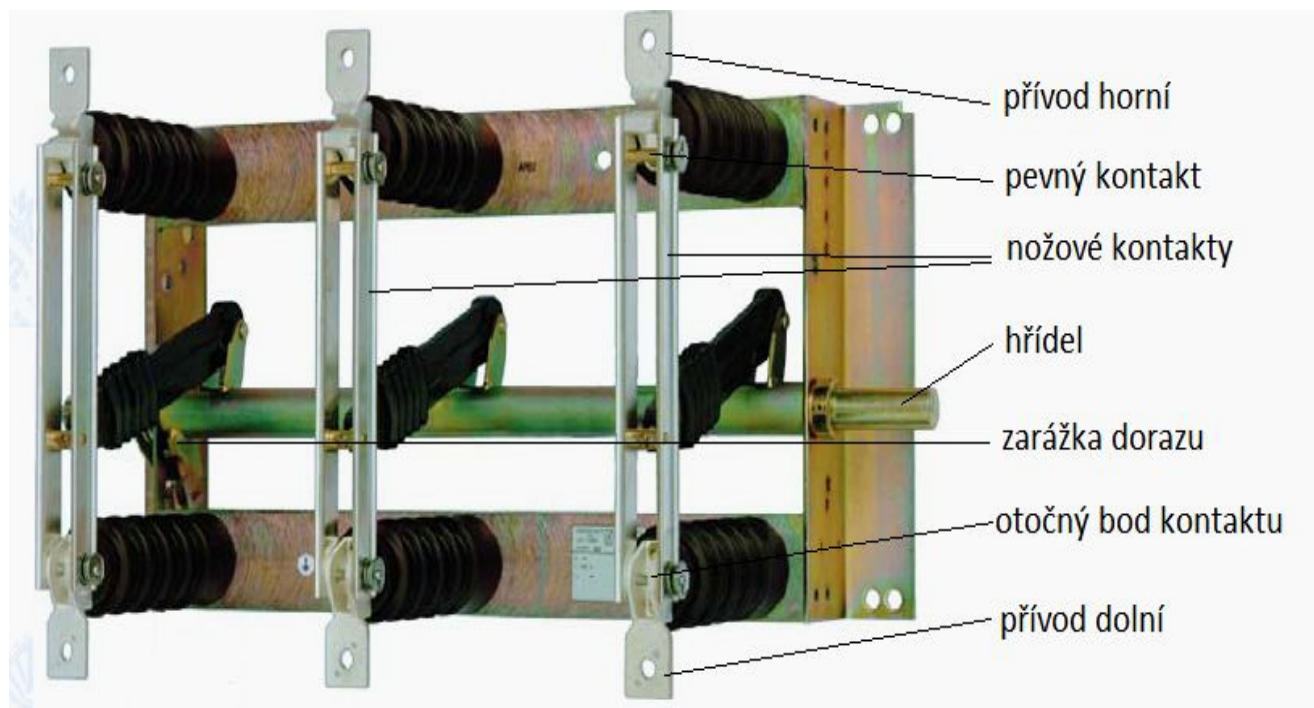
1.3 Odpojovače

1.3.1 Popis a rozdělení odpojovačů

Odpojovač slouží k odpojení části vedení, sítě nebo strojů a zařízení po vypnutí příslušného úseku vypínačem. Odpojovač spojuje a rozpojuje nezatížený elektrický obvod mechanicky, s viditelnou drahou rozpojení, zpravidla za účelem revize, opravy nebo změny řazení, slouží především k ochraně osob pracujících na odpojených částech zařízení. V rozvodech vn, vvn a zvn se nespokojujeme pouze s vypnutím proudu vypínačem, ale vždy přerušujeme obvod na druhém místě odpojovačem. [4]

Dle konstrukčního provedení odpojovače dělíme na:

- nožové - na základním rámu je upevněno šest podpěrných izolátorů rozdělených ve dvou řadách. Na spodních jsou upevněny nože na otočných ložiscích a vrchní izolátory jsou opatřeny pérovými kontakty do kterých se zasunují pohyblivé nože,
- rotační - jednotlivé nože mají dva otočné izolátory nesoucí táhla s kontakty
- sklápěcí - podobné nožovým, ale jejich dvojí pohyblivý nůž najíždí na pevný horní kontakt
- nůžkové - podobné pantografu, pohyblivý kontakt je ovládán sklápěcím mechanismem tvaru nože a pevný je na vodiči, tedy mimo odpojovač



obr. 1-3 Hlavní části vnitřního odpojovače vn

1.4 Vypínače VN

1.4.1 Popis a rozdělení výkonových vypínačů VN

Jsou to prvky, které mají schopnost vypínat a zapínat veškeré proudy vyskytující se v elektrickém obvodu mezi něž patří i zkratové proudy. Vypínání velkých proudů (80 kA až 160 kA) mohou být použity v běžném provozu i v případě poruchy. V případě zkratu se rozpojí automaticky pomocí ochranného relé.

Principiálně se dělí výkonové vypínače na [6]

- plynové
- vakuové
- magnetické (ss obvody)
- tlakovzdušné
- kapalinové (vodní, máloolejový, kotlový)
- s pevný hasivem

Plynové a vakuové vypínače jsou podrobněji popsány v kapitole 1.4.2

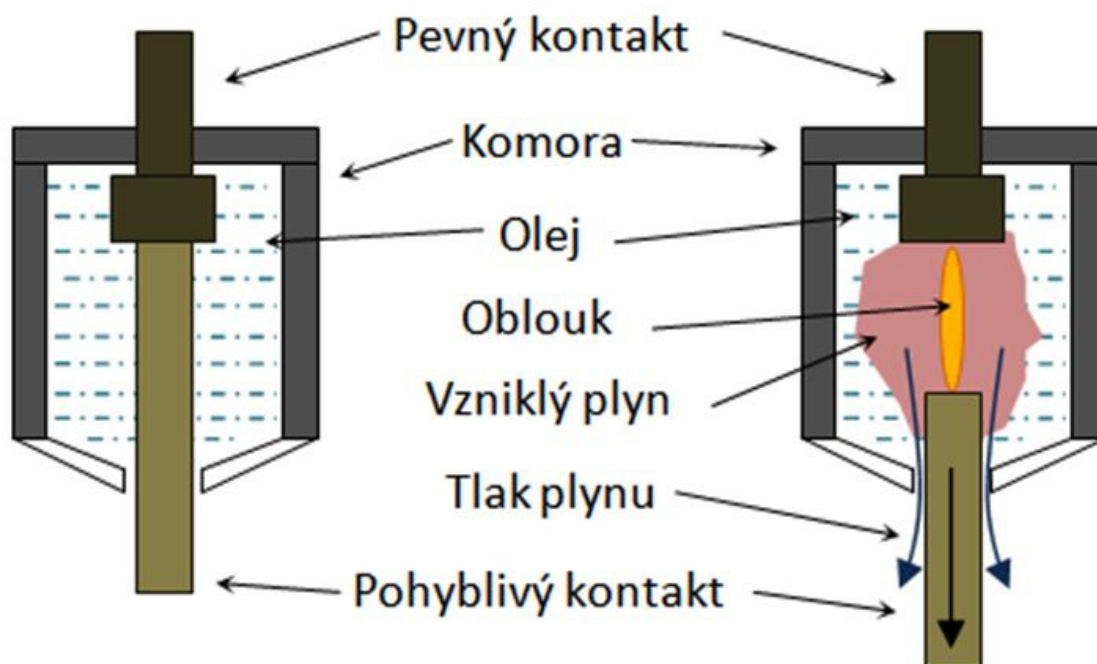
Magnetické vypínače - využívají magnetickou energii svého vlastního přerušovaného proudu. Tyto vypínače mají dlouhý oblouk, protože jej vtahují za pomoci magnetického vyfukování do zhášecích komor a tím odpor oblouku velmi narůstá. Podstatou magnetického vyfukování oblouku je

interakce magnetického pole oblouku s jiným magnetickým polem. Pro druhé pole bývá zdrojem zhášecí cívka, která je vřazena do série s kontakty a vhání oblouk do zhášecích komůrek.

Tlakovzdušné vypínače - ke zhášení oblouku využívají stlačený vzduch, který se za pomoci kompresoru vhání do zásobníku vzduchu. Ofukování je potom v příčném, nebo axiálním směru. Tyto vypínače mají tu výhodu, že vznik požáru a výbuchu je prakticky vyloučen. Nevýhodou je velký hluk při zapnutí a vypnutí.

Kapalinové vypínače - mohou být v několika provedeních a to: kotlové se zhášedly, kotlové s volným zhášením oblouku v oleji, máloolejový (s malým množstvím oleje) a vypínače vodní, expanzní, které jsou plněné vodou s přísadami (glycerin, barvivo), čímž se umožňuje funkčnost i při nižších teplotách -45°C . Tyto vypínače se již téměř nepoužívají pro nebezpečí výbuchu vodíku, který vzniká při rozkladu vody. [7]

Princip zhášení oblouku v kapalině ukazuje obr. 1-4



obr. 1-4 Princip zhášení oblouku v kapalině

Vypínače s pevným hasivem - zhášecí systém pracující s velkým obloukovým napětím je zhášecí systém pojistek plněných zrnitým hasivem. Jedná se zpravidla o čistý křemičitý písek SiO_2 s velikostí zrn několik desetin milimetru.

Přehledné uspořádání zhášecích soustav vypínačů ukazuje je uvedeno v tab. 1 - 4 [8]

tab. 1-4 Přehled zhášecích soustav vypínačů.

Zhášecí médium	Převažující způsob deionizace	Původ zhášecí energie	Způsob zhášení oblouku	Typ zhášecí komory	Typ vypínače
Olej	Radiální výměna částic	Vlastní	Volný oblouk v oleji	Prosté zhášení	Olejevý - Kotlový
	Mechanická výměna prostředí	Vlastní	Oblouk v podélném nebo příčném proudu plynů	Axiální, radiální, kombinovaná	Olejevý se zhášedly, máloolejový
		Vlastní	Oblouk v podélném nebo příčném proudu plynů a oleje	S diferenciálním pístem	Olejevý se zhášedly, máloolejový
		Cizí	Oblouk v podélném nebo příčném proudu oleje	Impulzové zhášedlo, zhášedlo s prouděním oleje	Olejevý se zhášedly, máloolejový
Voda	Radiální výměna částic	Vlastní	Oblouk chlazený ve vodních parách	Expanzní komora	Vodní (expanzní)
Dielektrické kapaliny	Radiální výměna částic	Vlastní	Volný oblouk v kapalině	Prosté zhášení	Kapalinový s malým objemem kapaliny
	Mechanická výměna prostředí			Axiální, radiální, kombinovaná	
Vzduch	Mechanická výměna prostředí	Cizí	Oblouk v podélném (příčném) proudu vzduchu	Jednotlaková	Vypínač zátěže
				Dvoutlaková	Tlakovzdušný vypínač
	Radiální výměna částic	Vlastní	Chlazení na stěnách zhášecí komory	Izolační Štěrbínová	Magnetický vypínač
			Chlazení na stěnách zhášecí komory s účinkem elektrod	Kovová roštová	
SF6	Radiální výměna částic	Vlastní	Volný oblouk v SF6 Rotace v oblouku	Prosté zhášení	Prosté přístroje
	Mechanická výměna prostředí	Cizí	Oblouk v podélném proudu SF6		Vypínače SF6
		Vlastní			
		Vlastní	Rotace oblouku s podélným prouděním	kombinovaná	
Vakuum	Difúze	-	Vakuový oblouk	Prosté zhášedlo s radiálním polem, s axiálním polem	Vakuové vypínače
Pevná plynotvorná látka	Mechanická výměna prostředí	Vlastní	Oblouk v podélném nebo příčném proudu plynů	Axiální, radiální	Vypínače s pevným hasivem (plynotvorné)

1.4.2 Porovnání vypínačů SF₆ a vakuových vypínačů

1.4.2.1 Plynové vypínače SF₆

Pro plynové vypínače se využívá velmi dobrých vlastností fluoridu sírového SF₆. Tento plyn je nehořlavý, elektronegativní, bezbarvý, bez zápachu, má vysokou chemickou stálost, není jedovatý, avšak nelze jej dýchat. Má výbornou zhášecí schopnost, dobře odvádí teplo a je chemicky stabilní. Při teplotách, kdy je inhibovaný olej již nepoužitelný je SF₆ stále chemicky neaktivní a jeho elektrická pevnost s rostoucím tlakem roste. Je 5x těžší než vzduch. Při rozpadu se však mohou vyskytovat jedovaté plyny. Elektrickým obloukem vzniká jedovatý plyn - SF₂, zapáchající - S₂F₂, po vdechnutí nebezpečný - S₂F₁₀, silně dráždivý plyn SF₄ a další. Jistou výhodou však je, že se tyto plyny mohou zpětně slučovat na SF₆.

Tyto vypínače se pod označením VF (V- vypínač, F - izolační a zhášecí médium SF₆) mohou používat v energetických i průmyslových rozvodech ke spínání provozních proudů a to až do jmenovitého vypínacího proudu. Další písmeno označuje druh prostředí v jakém se smí vypínač používat. Číslo za písmeny pak označuje kód jmenovitého napětí, jmenovitého proudu a vypínacího proudu. Příklad:

VF - T 12.25.31

V - vypínač, F - SF₆, T - tropické provedení, 12 - jm. napětí 12 kV, 25 - jm. proud 2500 A a 31 - jm. vypínací proud 31,5 kA

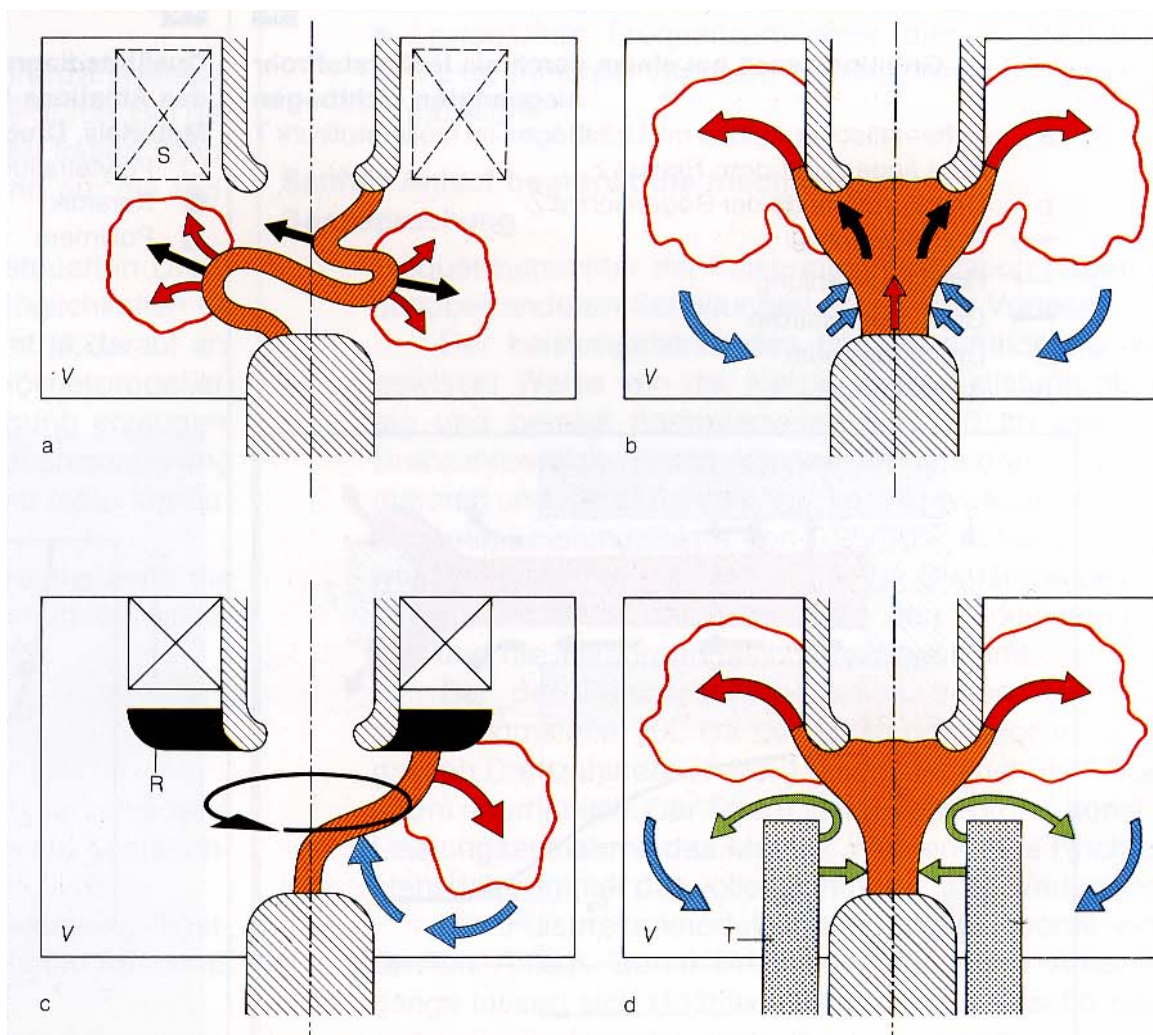
Principiálně je vnitřní prostor pólu vypínače s vlastní energií s provozním přetlakem rozdělen na prostor akumulační, ve kterém se vytváří podmínky pro zhášení oblouku a prostor expanzní. Možné mechanismy dějů v akumulačním prostoru (tzn. funkční principy) znázorňuje obr. 1-5. Pro výkonové spínače jsou využívány buď systém s rotací oblouku nebo systém s termickým působením (tepelný rozklad SF₆ obloukem) obr. 1-5 b, c. Oba tyto systémy mohou být doplněny ablačním (odtavovacím) efektem obr. 1-5 d. Používaná je i kombinace těchto principů. U provozních spínačů je možná aplikace prostého zhášení obr. 1-5 a. [9]

Vlastní provedení vypínačů s SF₆ lze rozdělit podle konstrukce zhášedla. Jde o axiální ofukování oblouku a můžeme je rozdělit na:

- nejjednodušší varianta je oddálení kontaktů, které má malou účinnost a nepoužívá se
- zhášení vlastní energií vzniklou expandujícím plynem. Nevhodný pro velké proudy
- zhášení v kapalném SF₆, obdobné jako u olejových vypínačů. Neuplatňuje se
- s rotací oblouku ve zhášedle. Rotace ve stojícím plynu vzniká účinkem vnějšího magnetického pole vytvořeného permanentními magnety nebo cívkou napájenou zhášeným proudem
- v současnosti nejrozšířenější autopneumatické zhášedlo. Má jednoduchou konstrukci a nejefektivnější zhášení oblouku proudem plynu, jehož pohyb je vyvolán prostřednictvím pístu spojeného s mechanismem vypínače. Konstrukce může být s pevnou nebo pohyblivou tryskou. [4]

Vypínače se vyrábějí v různých provedeních, kde využíváme dobrých vlastností tohoto plynu. Málo efektivní, ale nejjednodušší je prosté oddálení kontaktů v nádobě vyplněné tímto plynem, přičemž oblouk zhasne díky působení SF₆. Jeho účinnost je velmi malá a proto se v nepoužívá. Výhodnější je ofukování oblouku plynem SF₆ prouděním (tzv. pomocný oblouk), čímž se stává vypínač účinnějším, ale není vhodný se pro velké proudy. Jinou možností je vypínač s kapalným

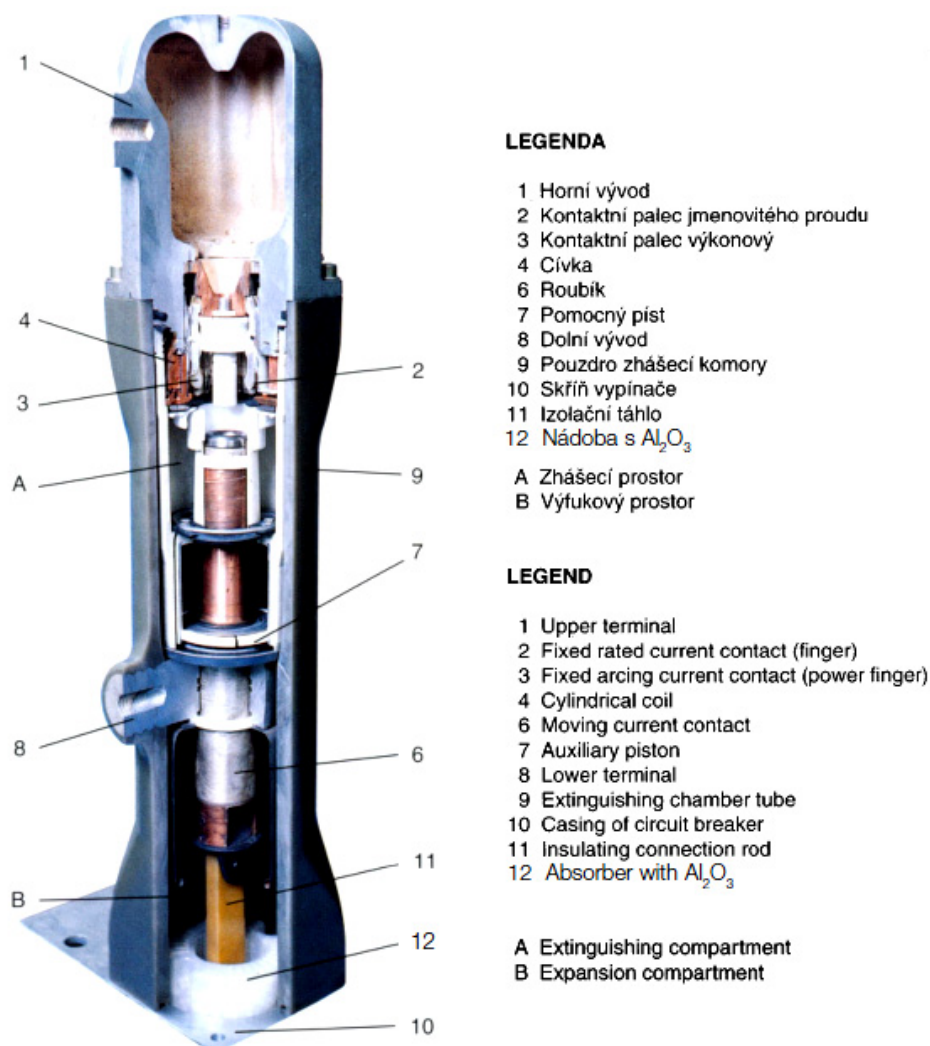
plynem SF₆. Izolační pevnost je stejná jako u plynného stavu, avšak jeho tíha je o mnoho větší a zhášení oblouku je stejné jako u vypínačů plněných kapalinou. Tyto vypínače se nepoužívají.



obr. 1-5 Děje v akumulacním prostoru.

Červeně - oblouk, tok tepelné energie, **černě** - síla na oblouk, **modře** – směr proudění, **zeleně** – ablační tok.

Další možností je zhášedlo s rotací oblouku, kde oblouk rotuje ve stojícím plynu. Rotace zajišťují permanentní magnety nebo cívka napájená zhášeným proudem. Nejčastěji používaným vypínačem je s autopneumatickým zhášením, které má jednoduchou konstrukci a nejvyšší efektivitu zhášení. Proud plynu, jehož pohyb vyvolá píst spojený s mechanismem vypínače, zahasí oblouk. V současnosti se u tohoto typu používají dvě konstrukce a to s pevnou a pohyblivou tryskou.



obr. 1-6 Průřez pólovou jednotkou SF_6 VF ABB.

Popis vlastní konstrukce vypínače typu VF SF_6 . [10]

U typů VF se vyrábí sloupový tvar s čelně umístěným pohonem. Horní hlavu pólu tvoří epoxidový odlitek s proudovodným zálitkem pro I_m do 2500 A je zhotovena z hliníkového odlitku s chladicími žebry a přídavným chladičem.

Pro kobkové rozvodny má vypínač pojízdný podvozek. Vývody jsou tvořeny přípojovacími praporcí a pro skříňové provedení výsuvnými kontakty.

Pohon je zajištěn střadačovým pružinovým mechanismem a ten je upevněn na základní skříni a stavitelným táhlem se společnou hřídelí jednotlivých pólů.

Na rámu je celý mechanismus pohonu, ovládací prvky, pomocné spínače, elektromotor pro nastřádání energie pružin, ukazatele stavu vypínače, pružin a počítadlo sepnutí. Pružiny slouží jak k sepnutí, tak vypnutí a lze je nastřádat ručně, nebo elektricky. Pro ruční se používá klika. Energie pružin při plném nastřádání má spínací sled buď typu O-C-O (vypnuto, zapnuto, vypnuto), nebo C-O (zapnuto, vypnuto).

Pracovní přetlak plynu SF_6 ve vypínači je 0,5 MPa při teplotě 20°C. Kontrola přetlaku plynu v pólové jednotce se musí provádět minimálně 1x za rok. U kontroly je třeba respektovat okolní teplotu. Při poklesu jmenovitého tlaku je nutno jej doplnit, což je možno i za provozu vypínače. Kontrola pohonu se provádí po 5000 cyklech, nebo po 5-ti letech provozu.

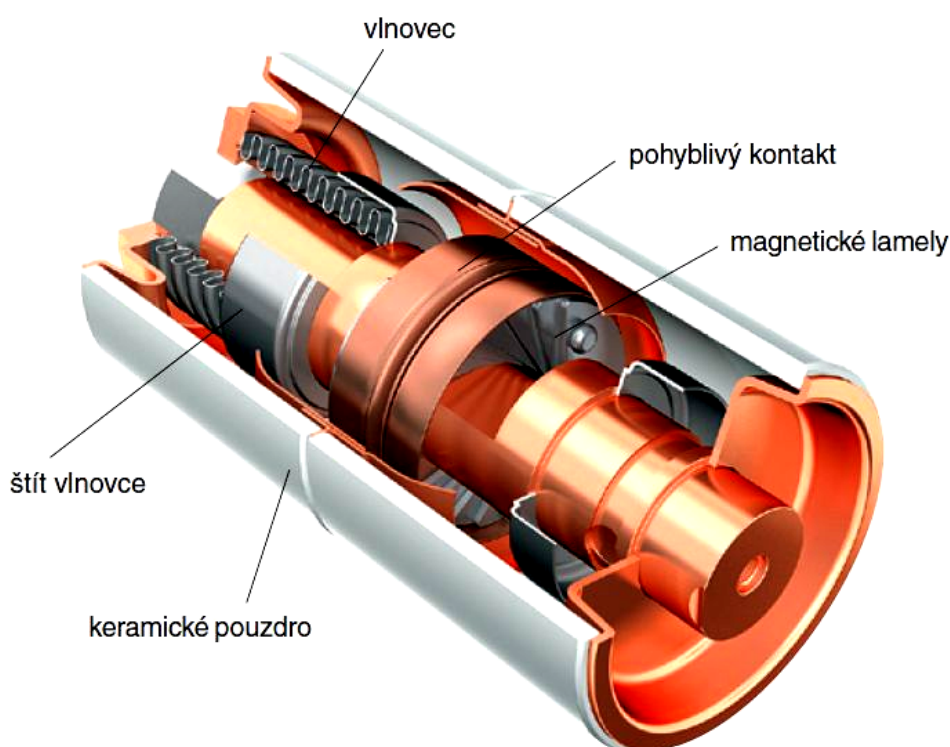
1.4.2.2 Vakuové vypínače

Pro výborné vlastnosti vakuových vypínačů jsou stále častěji používány v rozvodnách vn a vvn.

K oddalování kontaktů dochází ve vakuu, kde je minimum vodivých částic. V těchto vypínačích se používá vakuum řádově 10^{-4} až 10^{-6} Pa. Toto prostředí se téměř neionizuje a vakuum je možno považovat za téměř dokonalý izolant. Výhodou tohoto vypínače také je krátké oddálení kontaktů (vypínací dráha), nehořlavý, tichý, minimálně se opotřebovává a nevyfukuje ionizovaný plamen. Naopak nevýhody jsou při výrobě a to velmi pevná a vakuově těsná nádoba a náročné zpracování kontaktů.

Při vypnutí se pohyblivý kontakt vzdaluje od pevného pouze o několik milimetrů až centimetrů. Odpařením kovu ze stykových ploch kontaktu vzniká oblouk, čímž vznikne vysoké teplo a tlak, který při průchodu proudu nulou expanduje kovové páry do okolního prostoru a oblouk zaniká. Tyto páry pak kondenzují na povrchu kontaktu a speciálním stínícím štítkem, jenž obklopuje prostor kontaktu. Pro správnou funkci vypínače je nutné, aby byla zachována vysoká čistota vakua po celou životnost vypínače a to i v době zhášení.

Vnitřní uspořádání vakuové komory vakuového vypínače je na obr. 1-7 [12]



obr. 1-7 Vakuová komora

Pro kontakt je důležité, aby zásoboval oblouk dostatečným množstvím kovových par, protože předčasné uhasnutí oblouku před průchodem nulou proudu by znamenalo vznik provozního přepětí, které postupuje do okolního vedení a šíří se tak nežádoucí rázová vlna. Důležitými parametry pro kontakt jsou minimální opal a značná svarová odolnost.

1.5 Popis a rozdělení ochran

Poruchové stavy ohrožují bezpečnost provozu. Z tohoto důvodu se používají různé druhy ochran.

1.5.1 Druhy poruchových stavů

- zkrat - vzájemné vodivé spojení dvou, nebo tří fází, popřípadě spojení fáze se zemí s přímo uzemněným uzlem
- zemní spojení - galvanické spojení jedné fáze se zemí v síti s izolovaným uzlem, popřípadě v síti s nepřímo izolovaným uzlem
- přetížení - zatěžování vodičů a spotřebičů proudem větším než jmenovitým
- přepětí - atmosférická (blesk), provozní (při spínání)
- podpětí - vzniká fázovým posuvem, přetížením nebo poruchou regulace U
- nesouměrné zatížení - fáze jsou zatěžovány různým proudem
- zvýšení kmitočtu - způsobuje porucha regulace
- snížení kmitočtu - vznik při přetížení zdrojů elektrické energie
- zpětný tok výkonu - způsobí ztráta výkonu pohonu či špatná energetická bilance sítě

Spolehlivý a bezporuchový chod provozování elektrizační soustavy zajišťují elektrické ochrany. Je to zařízení, které kontroluje správnou funkci vymezené části energetického systému. Ochrany jsou napojeny na měřicí transformátory U, I a z nich dostávají informaci o stavu zařízení. Správně nastavená ochrana pak vyhodnotí získané veličiny, zda jsou v mezích normálu. V případě neshody vydá impuls k vypnutí příslušného obvodu a zároveň vyšle signál obsluze.

1.5.2 Rozdělení ochran dle druhu poruchy :

- zkratové
- při přetížení
- podpětíové
- nadpětíové
- při nesouměrnosti
- při zemním spojení
- podfrekvenční
- nadfrekvenční
- při ztrátě buzení
- při zpětném toku výkonu
- impedanční

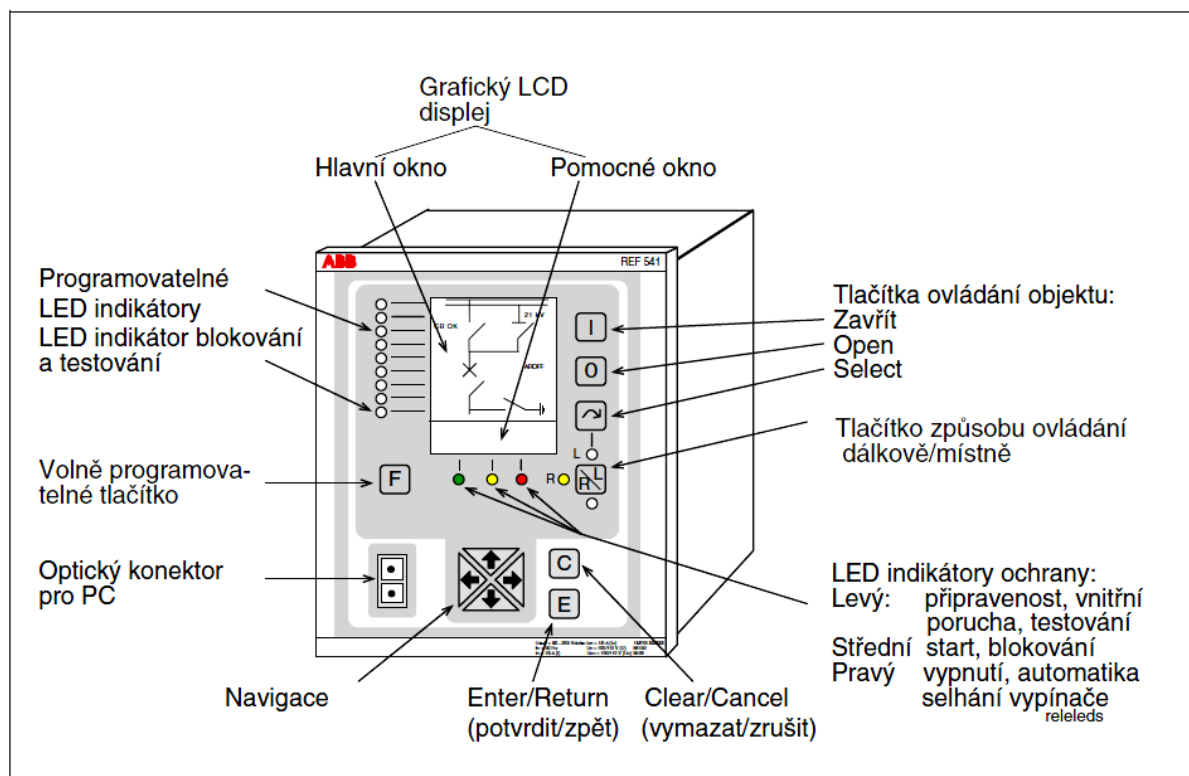
Hlavní požadavky kladené na ochrany jsou rychlost vybavení, selektivita, přesnost, citlivost, spolehlivost a snadná údržba. [17]

1.6 Měřicí a ovládací přístroje

1.6.1 Terminál vývodového pole

Terminály vývodového pole jsou určeny k chránění, ovládání, měření a monitorování v sítích vysokého napětí.

Na trhu je v současné době několik firem nabízející tyto přístroje v nejrůznějších modifikacích. Rozdíly jsou převážně v množství funkcí, počtu vstupů a výstupů a ceně.



obr. 1-8 Přední panel terminálu REF 54x

Hlavní úkol těchto přístrojů je na základě vstupních hodnot (U, I, P, ...) vyhodnotit poruchu chráněného zařízení a snížit možné následky na minimum. Další vlastnosti jsou:

- chrání venkovní a kabelové vývody v distribučních sítích
- měření a monitorování vývodů v sítích vysokého napětí
- kontrola synchronního stavu
- řídicí funkce s nastavením blokovacích podmínek
- podpěťová a přepětíová ochrana
- kontrola synchronního stavu
- frekvenční ochrana, ochrana kondenzátorové baterie
- velké množství PLC funkcí (automatizace rozvodny)
- měření kvality elektrické energie THD
- monitorování provozních podmínek včetně vypínače
- lokátor poruchy ve všech typech sítí
- měření teploty a mnoho dalších doplňkových funkcí
- funkční všestrannost a flexibilní konfigurace

Ovládání je možné jak místně, tak dálkově. Možno použít jak s jednoduchou přípojnici, tak i s dvojitou. Za pomoci funkce lokátoru poruchy je možné poměrně přesně určit místo poruchy, ale také poskytuje informaci o možné příčině poruchy. Monitoruje činný, jalový i zdánlivý výkon, počítá hodnoty frekvence a oteplení vedení. Měřené hodnoty jsou zapisovány do energeticky nezávislé paměti, která je jak pro poruchové stavy (až 100 záznamů), tak i pro změnové stavy (až 1000 záznamů). Tyto záznamy umožňují analýzu stavů před i po poruše.

Dále monitoruje nepřetržitě stav a pracovní podmínky příslušného vypínače a na jejich podkladě lze zjistit informace o historii jeho provozu, které je možno následně použít pro plánování údržby.

Na analogové vstupy je možno připojit jak běžné měřicí transformátory proudu a napětí, tak i senzorové rogowského cívky, nebo napět'ové děliče.

Jakákoliv chybná činnost SW nebo HW je jako výstraha indikována operátorovi. [10]

1.6.2 Multifunkční měřicí přístroje elektrické energie

Tyto přístroje, jinak nazývané univerzální převodníky, se používají k monitorování, měření a analýzu sledovaného obvodu. K hlavním typům měření patří měření hodnot, výstražné a poplašné hlášení, okamžité a zapsané hodnoty stavu měřeného obvodu.



obr. 1-9 Multifunkční měřicí přístroj Sentron PAC3200

Mezi hodnoty měření patří např. měření napětí, proudu, výkonů (činný, jalový, zdánlivý), fázový úhel, účinník, kmitočet, vyšší harmonické napětí a proudu, celkové harmonické zkreslení, činitel symetrie atd.

Jednotky umožňují nastavení mezních hodnot a v případě jejich překročení iniciuje výstražný signál. Dále monitorují délky provozu, servisní intervaly, délku přetížení, zpětná hlášení, univerzální analýzu mezních hodnot atd.

Zjištěná data lze uchovávat po několik let. Pro intervaly údržby jsou k dispozici počítačové provozní hodiny, která mohou evidovat čas normálního provozu a provozu při přetížení.

Některé dražší typy jsou vybaveny grafickým displejem.

1.6.3 Měřicí přístroje proudu a napětí

1.6.3.1 Přístrojové transformátory

Základní rozdělení přístrojových transformátorů (PT) :

- dle použití
 - vnitřní provedení
 - vnější provedení
- dle transformované veličiny
 - proudové MT
 - napětíové MT
- dle napětí
 - 12 kV
 - 25 kV

Dále se mohou podle konstrukce dělit na proudové transformátory násuvné, průchodkové, podpěrné a speciální např. jistící součtové, vypínákové provedení, dělené provedení.

Napětíové transformátory mohou být jednopólově izolované, dvoupólově izolované s pojistkou a bez pojistky.

Jmenovité hodnoty sekundárních, výstupních proudů jsou 1 A, 2 A, 5 A a sekundární napětí pak 100 V a 110 V. Primární vn a sekundární nn obvody jsou od sebe izolovány pro bezpečnost obsluhy. Vhodnou konstrukcí MT je chráněn měřicí systém před účinky nadproudů, zkratových proudů a přepětí. Izolace je zpravidla provedena z epoxidových pryskyřic.

Na obrázku je MT proudu, který lze použít jak pro měřicí, tak i pro jistící účely. Při instalaci do rozvaděčů je lze použít jako průchodku. Mohou být s jedním či dvěma sekundárními vinutími. [10]



obr. 1-10 Průchodkový tyčový transformátor proudu řady TTR 6x.x

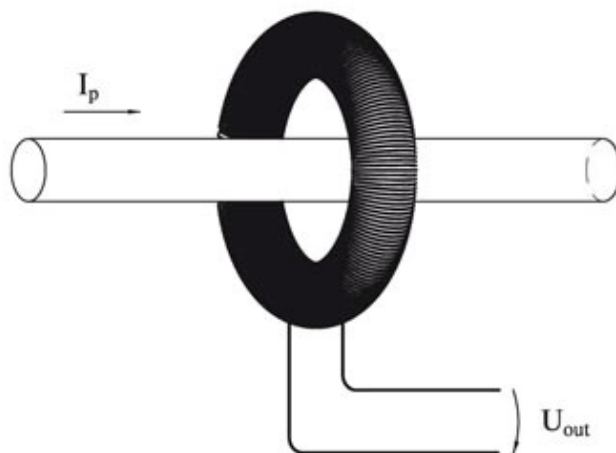
1.6.3.2 Měřicí senzory

Pro své výhodné vlastnosti (malé rozměry a hmotnost, nízká úroveň výstupního signálu, malé ztráty, snadná a rychlá montáž) se také používají elektronické PT tzv. senzory - kapacitní a odporové děliče, rogowského cívky, kombinované senzory (pro U, I).

Základní principy elektronických přístrojových transformátorů

Proudové elektronické přístrojové transformátory

Pracují na principu Rogowského cívky. Je to lineární senzor proudu pro přesné měření ve velkém rozsahu. Prakticky jde o toroidní cívku bez železného jádra (vzduchovou cívku) umístěnou kolem primárního měřeného vodiče stejným způsobem jako sekundární vinutí měřicího proudového transformátoru. Na rozdíl od něj však výstupní signál z Rogowského cívky není proud, ale napětí. Díky absenci železného jádra nemůže dojít k saturaci (nasycení).



obr. 1-11 Princip Rogowského cívky

Napět'ové elektronické přístrojové transformátory

Princip je založen na odporovém nebo kapacitním děliči s převodem 10 000 V : 1 V. Tyto senzory se vyznačují linearitou v celém měřicím rozsahu. Výstupní napětí je přímo úměrné vstupnímu měřenému napětí na primární straně. Tvar senzoru je speciálně navržen tak, aby minimalizoval parazitní účinky (kapacitu a indukci). [13]



Nejvyšší napětí pro zařízení	kV	12....25
Jmenovitý trvalý tepelný proud	A	1250....3200
Jmenovitý transformační převod proudu, K_{Ia}	80....1600 A / 150mV (180mV) při 50 Hz (60 Hz)	
Jmenovitý transformační převod napětí, K_{Ua}	10000 : 1	
Třída přesnosti proudu	1(3) s (bez) korekčního činitele	
Třída přesnosti napětí	1/3P	

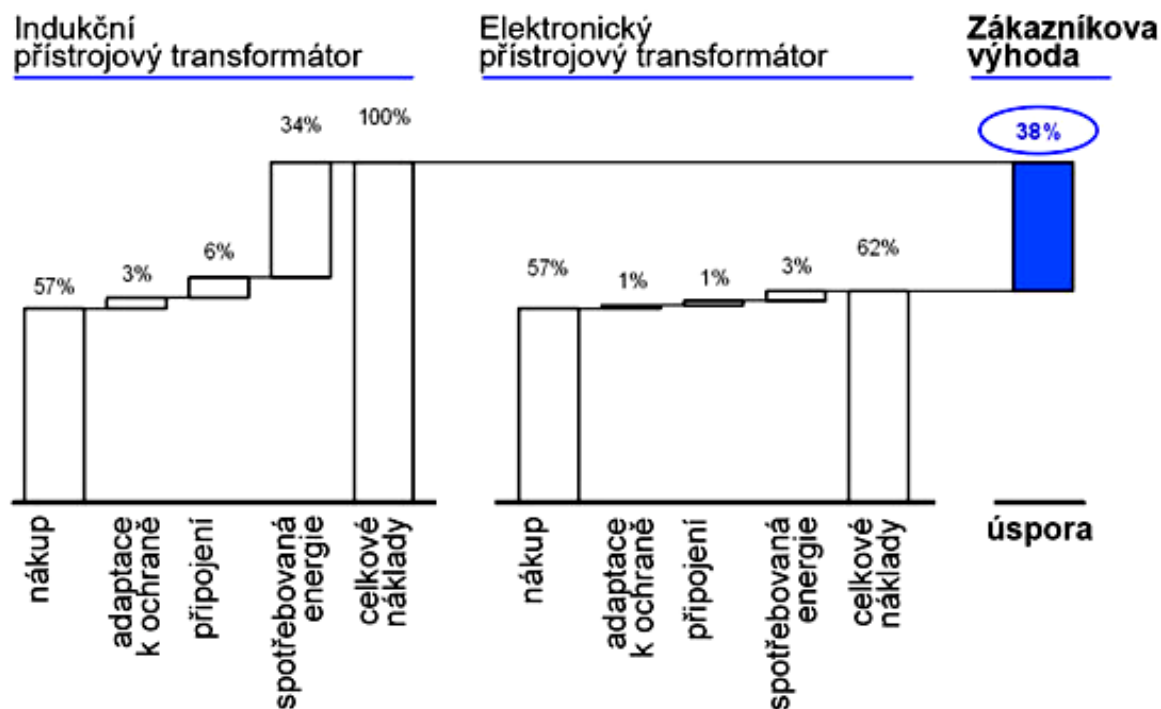
obr. 1-12 Kombinovaný senzor pro vnitřní použití KEVCD

Kombinované elektronické přístrojové transformátory

Malé rozměry proudových a napěťových senzorů dovolují výrobu i kombinovaných senzorů kompaktních rozměrů. V jednom těle je obsažen proudový a napěťový senzor. Zákazník touto volbou ušetří kolem několik desítek procent nákladů na pořízení a následnou instalaci.

Porovnání klasických indukčních a elektronických přístrojových transformátorů

Absence železných jader v elektronických přístrojových transformátorech umožňuje dosáhnout významného snížení velikosti a tak snadno dosáhnout kombinovaného měření napětí a proudu v jednom těle. Jednouúčelové elektronické přístrojové transformátory mohou být o polovinu menší, než klasické indukční přístrojové transformátory. Již zmiňovaná absence železného jádra a velkých cívek s výrazným podílem mědi vede k velmi nízké hmotnosti. Díky tomu je v rozvaděči více místa a celý rozvaděč je lehčí, bez ohledu na aplikaci. Možnost vysokého zatížení a zanedbatelné ztráty pak hrají významný přínos ve spotřebě těchto zařízení. Porovnání celkových nákladů u proudového transformátoru (600/5/5 A, 25 VA, cl. 0,5; 5 P20) a proudového senzoru je na následujícím obrázku.



obr. 1-13 Porovnání nákladů indukčního a elektronického přístrojového transformátoru

U porovnání se předpokládá, že indukční proudový transformátor pracuje na svém jmenovitém proudu a jmenovitém zatížení po dobu životnosti 30let. Jak je vidět, spotřebovaná a rozptýlená energie je během celé životnosti výrazně vyšší než u elektronického přístrojového transformátoru. [13]

1.6.4 Návrh elektrického vedení

- volba vhodného druhu vodiče (kabelu) pro dané prostředí a podmínky provozu
- způsob uložení vodiče (kabelu)
- stanovení průřezu vodiče

Zásady při navrhování :

- odolnost proti silovým a tepelným účinkům zkratových proudů
- úbytek napětí v dovolené toleranci
- oteplení vodičů (kabelů) nesmí přestoupit dovolenou mez
- dostatečná mechanická odolnost
- průřez vodičů v hospodárných mezích

1.7 Vlivy prostředí

1.7.1 Charakteristika vnějších vlivů

Vnější vlivy svojí přítomností předurčují jednotlivé prostory z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem, elektrickým či elektromagnetickým polem. Z hlediska náročnosti provedení a zabezpečení elektrických i navazujících zařízení je možno v tomto systému z hlediska vnějších vlivů elektrická zařízení rozdělit na zařízení

- do **prostředí bez nebezpečí výbuchu** (zpravidla méně náročné provedení a jednodušší požadavky obsažené v souboru základních předpisových norem),
- do **prostředí s nebezpečím výbuchu** (obvykle náročnější provedení a propracovaný soubor normativních požadavků opírajících se o speciální legislativu). [14]

1.7.2 Rozdělení a označování vnějších vlivů

Vnější vlivy třídíme do stupňů. Každý stupeň je označen dvěma písmeny velké abecedy a číslicí

- třída každého vnějšího vlivu (1 ,2, 3 ..8)
- povaha vnějšího vlivu (A, B, C,)
- všeobecná kategorie vnějšího vlivu (A,B,C)

První písmeno v označení určuje všeobecnou kategorii vnějšího vlivu

- A = prostředí,
- B = využití,
- C = konstrukce budovy.

Druhé písmeno označuje povahu vnějšího vlivu

- A - teplota okolí
- B - atmosférické podmínky v okolí
- C - nadmořská výška
- D - výskyt vody
- E - výskyt pevných cizích těles
- F - výskyt korozivních nebo znečišťujících látek
- H - vibrace
- J - ostatní mechanická namáhání
- K - výskyt rostlinstva nebo plísní
- L - výskyt živočichů
- M - elektromagnetická, elektrostatická nebo ionizující působení
- N - sluneční záření
- P - seizmické účinky
- Q - bouřková činnost
- R - pohyb vzduchu
- S - vítr

Číslice označuje třídu každého vnějšího vlivu

1.7.3 Určování vnějších vlivů

AA Teplota okolí (°C)

AA1 až AA8 (-60 až +60°C)

AB Vlhkost (Určení tepelného rozmezí v prostoru s přirozenou vlhkostí vzduchu)

AB1 až AB8 (5% až 100%)

AC Nadmořská výška (m) (Tlak vzduchové vrstvy. Má vliv na přeskokové vzdálenosti mezi živými částmi s vysokým napětím. S klesajícím tlakem okolního vzduchu se vzdálenosti zmenšují)

AC1 do 2000 m nad mořem

AC2 nad 2000 m nad mořem

AD Voda (Je uvažován tlak a směr dopadu vody)

AD1 až AD8 (Zanedbatelný výskyt vody až ponoření pod tlakem)

AF Koroze

AF1 až AF4 (ČSN EN 60721-3-3 a 60721-3-4)

AG Ráz (Mechanická namáhání)

AG1 až AG3 (Domácnost, průmysl, průmysl s těžkým provozem)

BA Schopnost lidí (Nepoučené osoby, děti, poučené, znalé osoby)

BB Odpor lidského těla (Dosud jednoznačně neurčena)

BC Dotyk s potenciálem země (nevodivé okolí, obytné místnosti, nenáročné provozy až po kovové nádrže a místa s trvalým dotykem s kovovými stěnami)

BD Únik (Malá hustota obsazení objektu se snadnými podmínkami pro únik až po velkou hustotu obsazení s obtížnými podmínkami pro únik)

CA konstrukční materiály (Stupně hořlavosti stavebních materiálů ČSN 73 0862)

CB Provedení budovy (Zanedbatelné nebezpečí, snadné šíření ohně-komínový efekt, výškové budovy aj.)

1.7.4 Příklady vnějších vlivů

Třídy :

- AA4 vnitřek budovy
- AA1 mrazicí boxy
- AB4 vnitřní prostory bez regulace teploty a vlhkosti
- AD4 voda může i stříkat (staveniště)
- AF3 chemické laboratoře
- AG3 průmysl s těžkým provozem [14]

2 Popis stávajícího stavu rozvodny R6 kV - VK

2.1 Popis zařízení, umístění, účel

2.1.1 Umístění rozvodny a kabelového prostoru.

Rozvodna R6 kV - vlastní je umístěna v objektu mezistrojovny, objektu mezi kotelnou a strojovnou, na kótě -7,5 m. Slouží k napájení vlastní spotřeby. [15]

Kabelový prostor se nachází pod ní, na kótě 5,0 m. Rozvodna se sestává z 20 kobek ve dvou řadách. Vpravo jsou kobky označeny sudými čísly, vlevo jsou označeny lichými čísly. V horní části kobek jsou dva systémy sběren A i B.

Rozvodna má hlavní vstup z podesty schodiště u nákladního výtahu. Jeden únikový východ je v zadní části rozvodny a vede do místnosti. Další únikový východ je umístěn vlevo, za kobkami s vyústěním do kotelny a třetí únikový východ je umístěn vpravo za kobkami a je vyveden na podestu vedle hlavního vchodu.

Kabelový prostor je rozdělen do několika částí. Při vstupu, po pravé i levé straně se nachází kobky s kabelovými koncovkami jednotlivých vývodů. V prostřední části jsou kabelové lávky pro uložení ovládacích a signalizačních kabelů, pod plechy na podlaze je prostor pro uložení silových kabelů.

Kabelový prostor má hlavní vstup z podesty schodiště u nákladního výtahu. Únikový východ je v zadní části rozvodny na pravé straně a vede na schodiště, které ústí na strojovnu na kótě 7,5 m.



obr. 2-1 Rozvodna R 6 kV - vlastní, kobková

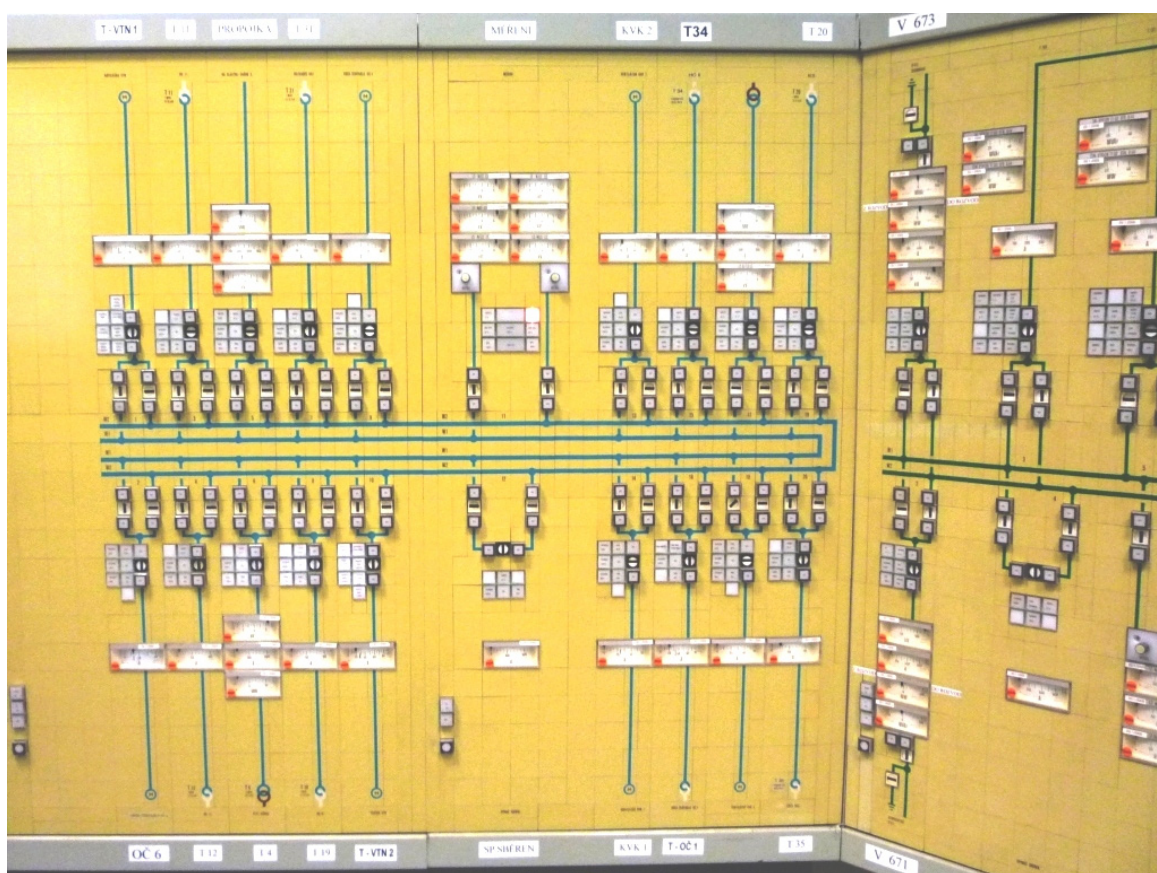
2.1.2 Ovládání rozvodny

Ovládání sběrnicových odpojovačů všech vývodů a spínačů transformátorů se provádí dálkově z elektrovelínu, nebo místně z příslušné řídicí skříně v rozvodně. Pro dálkové ovládání je umístěn na elektrovelínu rozměrný (750 x 210 cm) operátorský panel "Mozaika" osazený ovládacími tlačítky a měřicími přístroji. Ovládací a zobrazovací prvky jednotlivých rozveden jsou na něm přehledně rozloženy do jednotlivých sekcí.

Ovládání spínačů pohonů:

Spínače NČ se ovládají pouze z místa u motoru obsluhou výměňkové stanice z místních ovládacích skříní. Z elektrovelínu se dají všechny tyto spínače pohonů pouze vypnout.

Manipulace se sběrnicovými odpojovači v jednotlivých kobkách je vzájemně blokována, pokud není sepnuta příčná spojka sběrén a zároveň vypnutý vypínač.



obr. 2-2 Dálkové ovládání z elektrovelínu - systém Mozaika

2.1.3 Ovládací skřín kobky

Ovládací skříně jsou vybaveny:

- hlavním vypínačem ovládacích obvodů
- ovládacími tlačítky
- ukazateli stavu (US)
- měřicími přístroji (A-metr, V-metr)
- některé kobky SIMEAS(multifunkční měřicí přístroj, který měří I, U, P, Q, W_č, W_j, cos Φ)
- u motorových vývodů přepínačem "MÍSTO" - "DÁLKOVĚ" tj. volbou místa ovládání

Studie přezbrojení kobek rozvodny 6 kV.

- u motorových vývodů deblokačním tlačítkem ochrany
- jističi jednotlivých obvodů
- pomocnými relé včetně časových
- ochranami příslušného vývodu



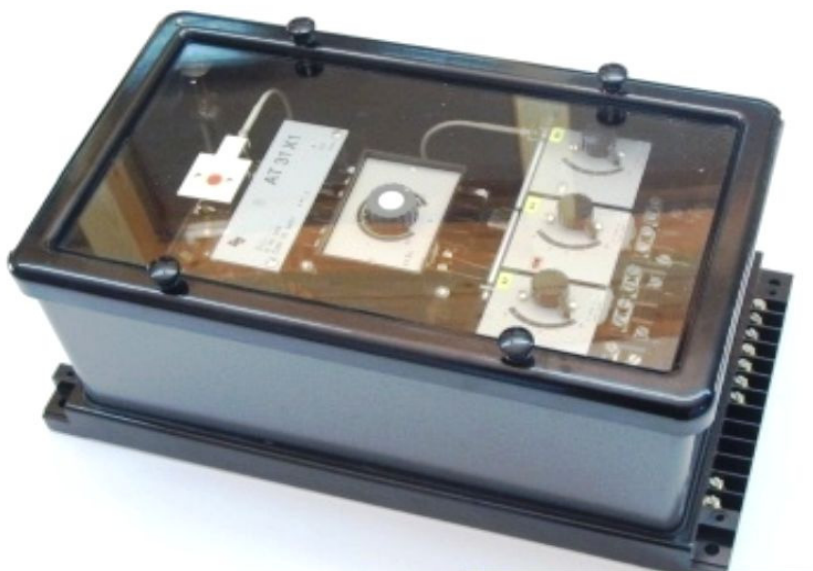
obr. 2-3 Ovládací skříň kobky S01BCA01GH001

Dveře ovládací skříně jsou opatřeny schematickým nákresem vývodu s US. Motorové vývody obsahují převodník proudu se součtovými hodinami chodu.

Kobky NČ jsou dále osazeny nadproudovou časovou ochranou AT 31 DX a mžikovým proudovým relé A 15.

Nadproudová časová ochrana AT 31 DX

Ochrany AT 31 DX se používají k chránění elektrických zařízení při přetížení a zkratu. Jsou časově nezávislé což znamená, že působí po nastavené hodnotě časového zpoždění nezávisle na velikosti proudu, který překračuje nastavenou hodnotu. Také jsou vybaveny signalizací ztráty pomocného napětí. [16]



obr. 2-4 Nadproudová časová ochrana AT 31 DX

Technické údaje:

Jmenovitý proud I_n	1 nebo 5 A
Jmenovitá frekvence f_n	50 nebo 60 Hz
Spotřeba v proudovém obvodu	$< 0,5$ VA při $I_n = 5$ A; $< 0,05$ VA při $I_n = 1$ A
Pomocné napětí E	
Rozsahy napětí	18 - 60 Vss, st nebo 40 - 265 Vss, st
Spotřeba v pomocném obvodu	< 7 W

Překlenovací čas při přerušení napájení:

- provedení 18 - 60 Vss, st	$t_p < 0,2$ s při 48 Vss, st; $t_p < 0,3$ s při 60 Vss, st
- provedení 40 - 265 Vss, st	$t_p < 0,2$ s při 110 Vss, st; $t_p < 0,9$ s při 220 Vss, st

Uzemňovací svorka na skříni přístroje

Jmenovitá hodnota pojistky (jištění) 2 A

Měřicí články

Seřiditelnost $I >$	0,5 až $13,25 I_n$ po $0,05 I_n$
Přesnost	± 5 % z nastavené hodnoty
Přidržený poměr	0,93 až 0,96
Doba náběhu měřicího článku (a1)	60 až 75 ms
Doba návratu měřicího článku (a1)	30 až 50 ms

Přetížitelnost

- tepelná	$4 I_n$ trvale; $10 I_n / 8$ s; $70 I_n / 1$ s
- dynamická (1/2 periody)	$200 I_n$
Celková přesnost	± 1 % z hodnoty $t >$
Binární vstupy	2

Mžikové proudové relé A 15

Mžikové proudové relé A 15 se používají jako přesné jednosystémové nadproudové ochrany elektrických zařízení při přetížení nebo zkratu. U střídavých obvodů je připojeno přes měřicí proudový transformátor proudu. Relé má dva přepínatelné plynule nastavitelné rozsahy.

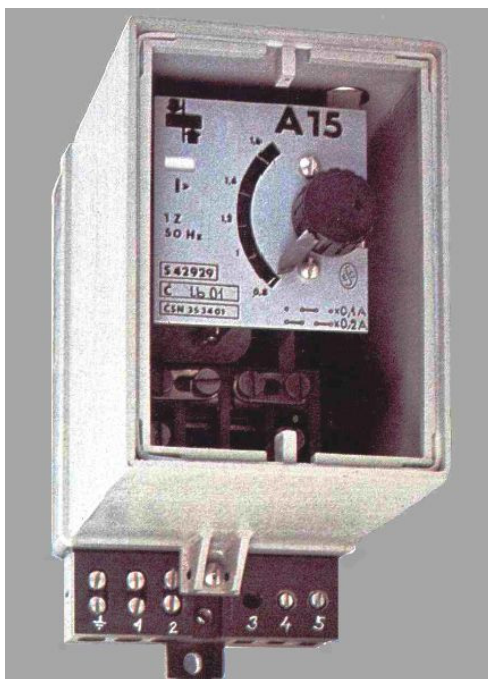
Základem A 15 je elektromagnetický článek složený z budící cívky, otočné kotvy, která ovládá jeden zapínací a rozpínací kontakt, direktivní pružiny a držáku se štítkem, padáčkem a knoflíkem k nastavení žádané proudové hodnoty.

Štítek obsahuje celý proudový rozsah, který lze otočením knoflíku nařídít na požadovanou hodnotu. V pravém dolním rohu štítku je uveden koeficient násobku, jímž se zadaná hodnota násobí. Dvouvinutové mají dva koeficienty.

Relé je uzavřeno do nevodivého krytu s průhledným čelním víkem s tlačítkem pro vrácení padáčku (viditelná signalizace překročení nastavené hodnoty) a otvory pro plombu.

Princip funkčnosti:

Zvyšující se proud působí elektromagnetickou silou na otočnou kotvu do překonání síly pružiny. Klidová poloha přejde do pracovní. Spínací kontakt je nyní sepnut a rozpínací rozepnut. Padáček signalizuje překročení nastavené hodnoty. Při snížení proudu se kotva s kontaktem vrátí do klidové polohy. [16]



obr. 2-5 Mžikové proudové relé A 15

2.1.4 Silová část kobky

- hliníkové sběrný z Al pásu 100/10 mm, uložení na plocho, natřené, I_n 1760 A
- sběrníkový odpojovač
- vypínač
- měřicí transformátor proudu v provedení dvoujádrovém s výstupem 5 A typů:
 - TTR 4 pro primární proud 750 A a výše
 - TSR 6 pro primární proud 100 A a níže
- měřicí transformátory napětí

Sběrníkové odpojovače

Typu OM10/1250-30, případně OM 10/630-30 s elektromotorickými pohony typu EPPO-3 x 400 V, 50Hz. Slouží k viditelnému připojení a odpojení kobky k danému systému sběren. Sběrníkový odpojovač je přestavován do krajních poloh (zapnuto, vypnuto) pomocí elektropohonu. Pohon se skládá z převodovky, přepínače (slouží pro blokády a signalizací polohy odpojovače) a elektromotoru typu 4AP71-2, o výkonu 550 W, napětí 3 x 380/220 V, jmenovitý proud 1,3/2,2 A, jmenovité otáčky 2800 ot./min.



obr. 2-6 Sběrníkový odpojovač OM 10/630-30

Popis vypínače VF

Trojpolové vypínače typu VF 12.08.16 se zhášecím médiem SF₆, vyrobeny firmou EJF Brno podle licence ABB, slouží pro spínání a vypínání proudů, včetně zkratových. Všechny spínače jsou opatřeny manostatem pro signalizování poklesu tlaku zhášecího média (fluoridu síry, SF₆). Tento manostat také zablokuje zapínání a vypínání při nízkém tlaku zhášecího média (cca 400 až 450 kPa v závislosti na okolní teplotě podle grafu který se nachází na elektrovelínu).

Studie přezbrojení kobek rozvodny 6 kV.

Vypínač je vybaven střadačovým pružinovým pohonem. Napnutí pružin je možno provést elektromotorkem, nebo ručně – klikou.

Konstrukce vypínačů je sloupová. Na společné základní skříni jsou namontovány pólové jednotky, ukazatel tlaku plynu SF_6 , manostat, ukazatel stavu vypínače a stavu pružin, elektromagnetické cívký se západkami (blokovací magnety YA5 na klidový proud), kompletní mechanismus pohonu s elektromotorkem pro střádání energie pružin a počítadlo sepnutí. Všechny prvky vypínače jsou osazeny na ocelovém rámu s pojízdnými kolečky.

Vypínače jsou vyráběny na napětí U_n 7,2 a 12 kV, kmitočet 50 a 60 Hz, pro jmenovitý proud 1250 A a 800 A. Celková doba zapínání je 50 ms, vypínání 75 ms, hmotnost plynu je 0,79 kg.

Minimálně 1x ročně je nutno kontrolovat přetlak plynu SF_6 v pólových jednotkách. Celková váha vypínače je 110 kg.



obr. 2-7 Trojpólový vypínač typu VF 12.08.16

2.2 Technické parametry rozvodny R 6 kV

Napěťová soustava: 3, AC, 50 Hz, 6 kV s izolovaným uzlem
3 PEN, AC, 50 Hz, 400V, pro pohony odpojovačů
1 PEN, AC, 50 Hz, 230 V, pohony vypínačů, napájení ochrany a převodníků
2 PE, DC, 220 V, ovládání, provozní signalizace
2 PE, DC, 24 V (-pól uzemněn), poruchová signalizace

Ochrana před neb.dotykem živých částí VN:

polohou, krytem, zábranou

Ochrana před neb.dotykem neživých částí VN:

zemněním v síti IT, zvýšeno ochranou uvedením na stejný potenciál

Ochrana neživých částí do 1000 V:

230 V, AC, s ochranou nulováním (1 PEN, AC, 50 Hz, 230 V) zajištěné napětí

230 V, AC, s ochranou nulováním (1 PEN, AC, 50 Hz, 230 V) nezajištěné U

220 V, DC, s ochranou zemněním (2 PE, DC, 230 V) + pól uzemněn

24 V, DC, s ochranou zemněním (2 PE, DC, 24 V) - pól uzemněn

Zkratová odolnost: zkratový výkon 200 MVA
počáteční rázový proud $I_k = 20 \text{ kA}$
dynamický proud $I_{dyn} = 50 \text{ kA}$

Jmenovitý proud sběren: $I_n = 1760 \text{ A}$

Počet kobek: 17 provozovaných
3 rezervní

2.2.1 Napájení, přívody, hlavní vývody

Rozvodnu je možno napájet ze dvou napájecích bodů, případně jejich kombinací:

- transformátorem T4 (22/6,3 kV, 10 MVA)
- propojkou na R6 kV vlastní skříňová, kde jsou další možnosti napájení a to z T6, T8.

2.2.2 Jednotlivé kobky rozvodny R6 kV vlastní kobková

Kobka č. 1: Vysokotlaká napáječka č.4 - VTN4

Kobka č. 2: Oběhové čerpadlo č.6 - OČ6

Kobka č. 3: Transformátor T11(6,3/0,5 kV, 1 MVA)

Kobka č. 4: Transformátor T12 (6,3/0,5 kV, 1 MVA)

Kobka č. 5: Propojka na R6 kV - skříňová

Kobka č. 6: Transformátor T4 - napájecí transformátor 22/6 kV

Kobka č. 7: Transformátor T31 (6,3/0,4 kV, 1 MVA)

Kobka č. 8: Transformátor T19 (6,3/0,5 kV, 1 MVA)

Kobka č. 9: Rezerva

Kobka č.10: Vysokotlaká napáječka - VTN3

Kobka č.11: Měření napětí sběren A i B sběren

Kobka č.12: Spojka sběren - spínač sběren pro převádění nebo sepnutí „A“ i „B“ sběren

Kobka č.13: Kouřový ventilátor K2 - KVK2

Kobka č.14: Kouřový ventilátor K1 - KVK1

Kobka č.15: Transformátor T34 (6,3/0,4 kV, 1 MVA)

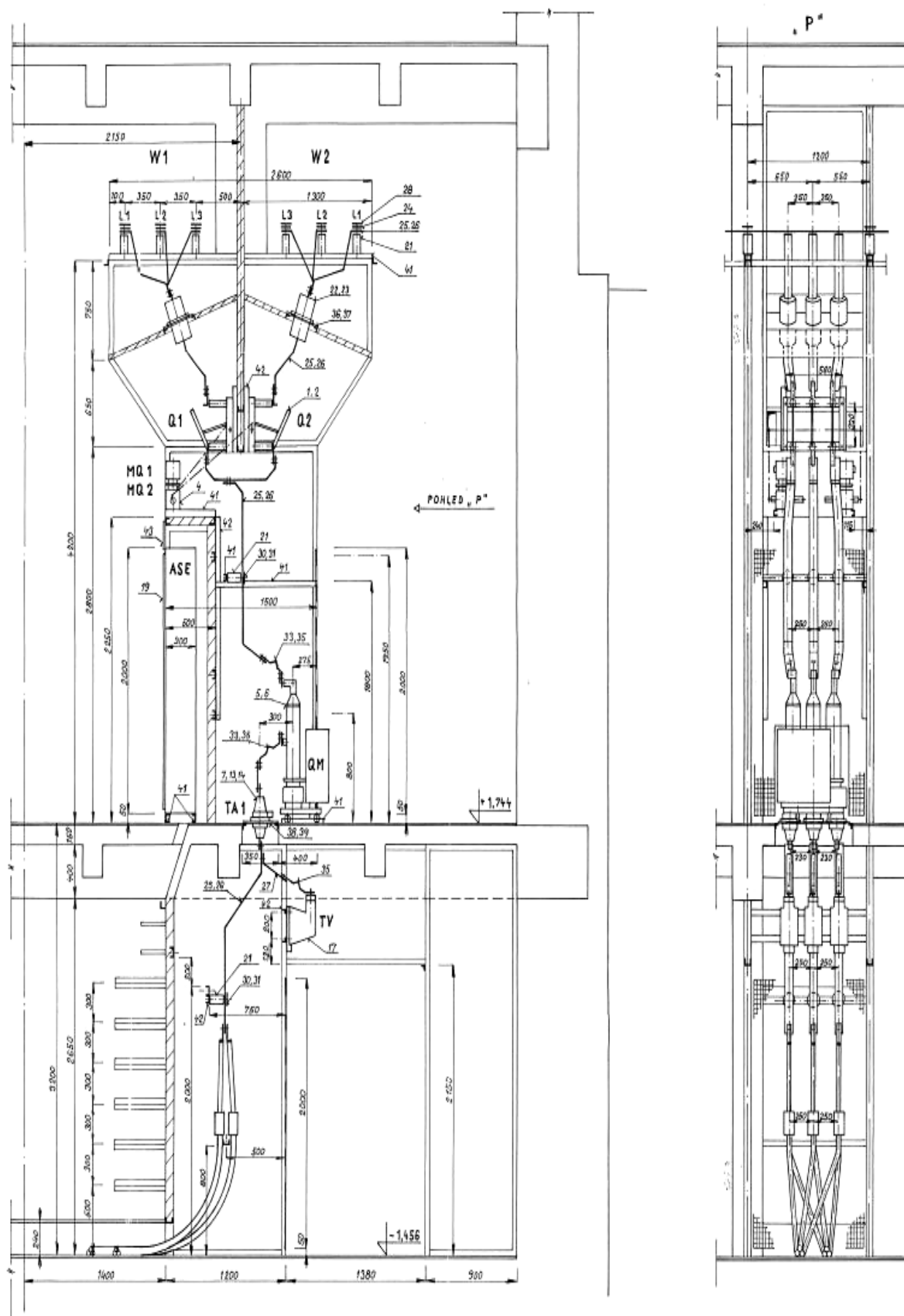
Kobka č.16: Transformátor S01CDM21GT001 (Transformátor 6,3/0,4kV,500 kVA) pro MF OČ1

Kobka č.17: Rezerva

Kobka č.18: Rezerva

Kobka č.19: Transformátor T20 (6,3/0,5 kV, 1 MVA)

Kobka č.20: Transformátor T35 (6,3/0,4 kV, 1 MVA)



obr. 2-8 Kobka č.10 rozvodna R6 kV

2.3 Technický popis

Stávající napájecí čerpadla jsou poháněna motory 6 kV napojenými přímo z rozvodu 6 kV. Rozvodna S01BCA00 je dvousystémová kobková rozvodna, která má celkem 20 kobek a je provedena jako dvoupodlažní. Kobky jsou vybaveny odpojovači OM s elektrickým pohonem EPP0 400V AC, vypínači VF a elektrickým blokovacím systémem. Ovládání odpojovačů a vypínačů je možné místně z ovládací skříně, nebo dálkově z velínu. Kobky jsou vybaveny elektronickými ochranami.

2.4 Hlavní technické údaje

Napětíová soustava VN	: 3 AC 50Hz, 6 kV / IT
Napětíová soustava NN	: 2 – 220 V DC /IT (pomocné napětí v rozvodně 6 kV) 3 PEN AC 50Hz, 400 V / TN-C-S (pohony odpojovačů)

Zkratové poměry na S01BCA00 (R6-VK)

Počáteční rázový zkratový proud I_k	: 20 kA
Nárazový zkratový proud i_p	: 26,7 kA

Prostředí - rozvodna 6 kV : AB4, AG2, AH2, BA5, BC2, ostatní vlivy xx1

Z hlediska nebezpečí úrazu je prostor rozvodny klasifikován jako nebezpečný ve smyslu ČSN 33 2000-1 ed.2, ochrana základní.

Ochrana před úrazem el. proudem :

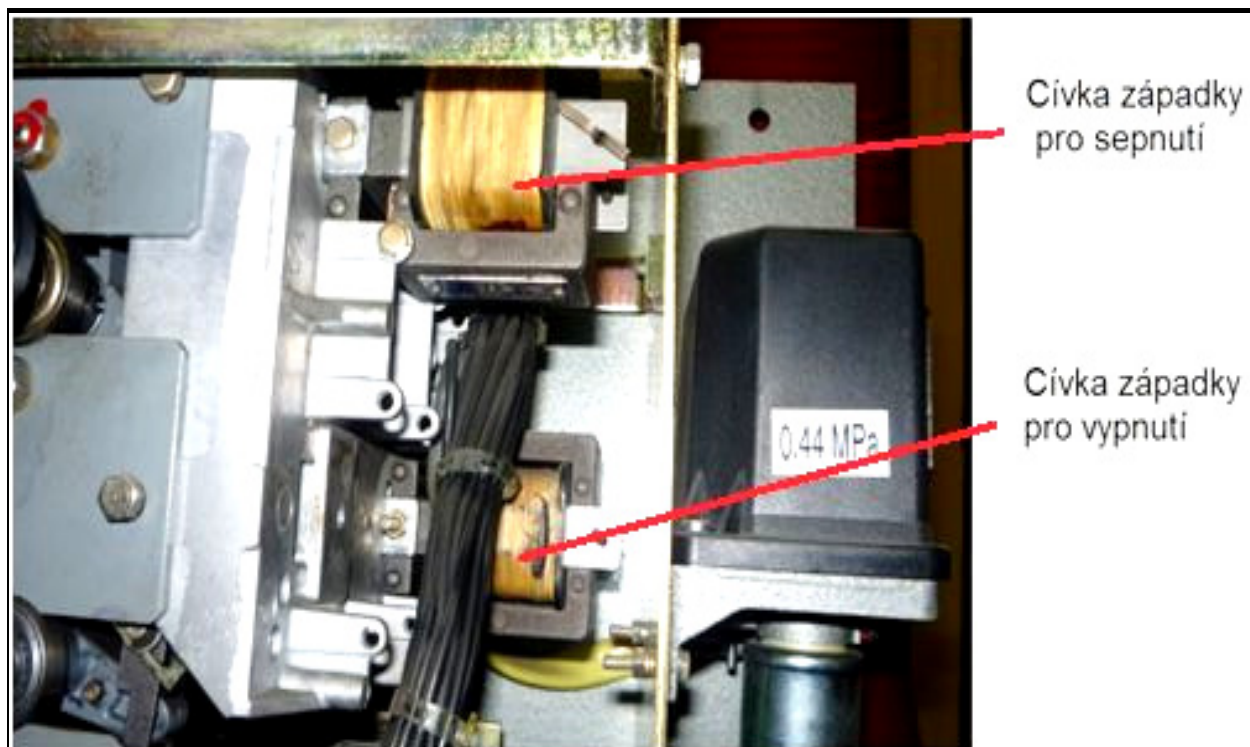
Základní ochrana	: kryty, izolací, zábranou, polohou
Ochrana při poruše – normální	: zemněním v síti IT - 6 kV zemněním v síti IT - 220 V DC aut.odpojením od zdroje v síti 400 V AC

2.5 Zdůvodnění nutnosti přezbrojení kobek č. 1 a č. 10

V posledních několika měsících došlo k závažným poruchám na vypínači ABB SF₆, kdy se elektromagnetická cívka, která uvolní západku pro vypnutí vypínače, přerušila a nemohlo tak dojít k okamžitému vypnutí. Systém přípojnic pak musel být přepnut za pomoci příčného odpojovače sběrnic. Tento úkon je poměrně náročný a vykazuje i určitá rizika – nemožnost okamžitého vypnutí napájecího čerpadla dle požadavků technologického procesu, možnost následných poruch apod. Vypínač byl následně opraven výměnou vadné elektromagnetické cívky.

Z hlediska bezpečnosti provozu a plynulosti dodávek napájecí vody je tento stav nežádoucí. Je to další z důvodů pro přezbrojení kobek napájecích čerpadel na závodě TČA Karviná.

Dalšími důvody jsou nedostatek náhradních dílů, zvýšená poruchovost zastaralých ochran, odpojovačů a ostatních přístrojů, nemožnost analýzy poruch, negativní vliv na bezpečnost a plynulost provozu.



obr. 2-9 Vypínač ABB SF₆ s elektromagnetickými cívkami

3 Návrh výzbroje rozvodny R6kV - VK

Při rekonstrukci napájecích čerpadel navrhuji celkovou demontáž kobek č. 1 a č. 10 v rozvodně S01BCA00 (R6 kV-VK).

Původní přípojnicové odpojovače s motorovým pohonem, vypínače, přístrojové transformátory proudu, pásové vedení, podpěrky počínaje od průchodek pod hlavními sběrnami budou demontovány. Demontována bude veškerá výzbroj ovládacích skříní kobek.

Přípojnicové odpojovače budou použity typu QAK, 12 kV, 630 A s elektrickým pohonem 400 V AC a nouzovým pohonem manipulační tyčí.

Vypínače budou vakuové typu 3AH5, 12 kV, 800 A s motorovým střádáním 230 V AC.

Vypínač bude instalován pevně do výšky 1000 mm na pomocnou konstrukci. Pletivové dveře budou upraveny.

Pro měřicí transformátory proudu navrhuji průchodkové typu TSR 61.2K, 75/5/5A. Pásové vedení bude provedeno převážně nově, vypínač bude připojen pomocí pružných spojek.

Výzbroj ovládacích skříní bude kompletně demontována, vč. pravých dveří, které budou dodány nové.

Ovládací skříně budou osazeny novými přístrojovými panely. Panel bude osazen potřebnými svorkovnicemi, jističi, stykači, převodníky a pomocnými relé. V pravých nových dveřích bude umístěn terminál vývodového pole REF 630 pro chránění, měření, ovládání a signalizaci stavů a poruch a multifunkční wattmetr Simeas P50. Na levých stávajících dveřích bude umístěn vypínač ovládání kobky.

Na horním pevném panelu se provede popis kobky.

3.1 Napájení kobek S01BCA01 a 10 pomocným napětím a průběžné obvody

Pomocné napětí 220 V DC pro ovládání a napětí 400 V AC pro pohony vypínačů a odpojovačů bude připojeno stávajícími kabely ze sousedních kobek. Obdobně bude přivedeno napětí 100 V z MTN z kobky měření 11.

Obdobně bude stávajícími průběžnými smyčkami přiveden signál pro uvolnění manipulace přípojnícových odpojovačů při sepnuté příčné spojce a obvod pro blokování vypnutí příčné spojky.

3.2 Ochrany, měření, ovládání, signalizace

Veškeré ochranné funkce a měření vývodů pro transformátory napájecích čerpadel v polích S01BCA01, S01BCA10 jsou realizovány terminálem REF 630. Původní elektroměry jsou v kobkách nahrazeny novými multifunkčními wattmetry Simeas P50, které budou umístěny na pravých dveřích skříní. Wattmetry jsou připojeny na samostatná měřicí vinutí MTP. Měření proudu je zavedeno přes převodník 5A/20mA stávajícím kabelem do velínu.

Ovládání odpojovačů a vypínačů je místní z terminálu a dálkové z elektrovelínu, pomocí stávajícího systému Mozaika. Stávající ovládací signály z elektrovelínu budou připojeny na binární vstupy terminálu REF 630.

Signalizace stavu a poruch je zobrazována na terminálu a rovněž bude zavedena do systému Mozaika včetně poruchových hlášení.

Blokování přípojnícových odpojovačů je běžné – nesmí být spínány a vypínány pod zatížením, současné zapnutí obou je možné pouze při sepnuté příčné spojce.

3.3 Protipožární přepážky

V řídicích skříních S01BCA01, S01BCA10 bude provedena demontáž starého a zhotoven nový certifikovaný protipožární prostup na rozhraní požárních prostorů dle ČSN 33 2000-5-52 ed.2 a ČSN 73 0804:2010. Obdobně budou opraveny všechny protipožární ucpávky narušené při montáži nové kabeláže.

3.4 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Ochrana živých částí je zajištěna izolací, krytím, zákryty a polohou. Ochrana neživých částí je provedena dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2 normální.

Ochrana neživých částí je provedena v síti VN zemněním v síti IT. Uzemňovací soustava v rozvodně je stávající. Na tuto soustavu budou připojeny nové odpojovače a vypínač a veškeré pomocné ocelové konstrukce, vč. přístrojového panelu a dveří skříně.

Ochrana v síti 230 V AC pro zásuvku je provedena automatickým odpojením od zdroje jističi. PE vodič v každé skříně bude spojen se stávajícím uzemněným vedením.

3.5 Demontáže

Demontována bude stávající výzbroj kobek S01BCA01 a S01BCA10, původní silová a ovládací kabeláž napájecích čerpadel z rozvodny 6 kV a místní ovládací skřínky u pohonů.

Demontovaný materiál bude ekologicky zlikvidován.

3.6 Nátěry

Nové a upravované holé vedení bude opatřeno nátěrem syntetickou barvou odstínu 7550 (oranžová) a provedeno doplňkové značení černými pruhy (odstín 1999) dle ČSN 33 0165. Nové ocelové konstrukce se opatří nátěrem dle stávajícího barevného řešení.

3.7 Bezpečnostní opatření

Veškeré činnosti budou vykonávány v souladu s vyhláškou ČÚBP ČBÚ č. 324/1990 Sb. A vyhláškou č.48/1982 Sb a platnými technickými normami.

Bezpečnost provozu

Obsluhující personál musí mít potřebnou kvalifikaci odpovídající ČSN EN 50110-1. Mohou to být pracovníci minimálně znalí. Požadavky na počet pracovníků se oproti stávajícímu stavu nemění. Požadavky na revize a údržbu jsou dány stávajícími provozními předpisy.

Základním předpisem pro zajištění bezpečnosti je:

ČSN EN 50110-1 ed.2 Obsluha a práce na elektrickém zařízení.

3.8 Technické specifikace navrhovaných zařízení

Pro přezbrojení rozvodny navrhují použití hlavních komponent firmy Siemens, ABB a IVEP především z důvodů dlouhodobé spolupráce, již používaného nadřazeného systému profibus v jiných částech technologie a značný podíl elektrozařízení těchto firem v závodě TČA, zajištění oprav a dodávek náhradních dílů těmito firmami.

3.8.1 Odpojovače typu QAK - IVEP

Standardní odpojovače QAK vyhovují normám ČSN EN 62271-1. Odpojovače typu QAK jsou spínací přístroje nenáročné na údržbu. Mohou být jednopólové a třípólové s ručním nebo elektromotorickým pohonem spínacích nožů. Tyto odpojovače jsou určeny do vnitřních rozvodů vn. Stav zapnuto a vypnuto je signalizován dálkově a to i v případě ručních pohonů. Ruční pohon je považován za nouzový a je prováděn obsluhou izolačními tyčemi s kloubem délek od 1,2 m až 4 m dle napětí a výšce odpojovače od podlahy.

Studie přezbrojení kobek rozvodny 6 kV.

Tyto odpojovače se skládají z těchto hlavních částí: nosný rám s hřídelí a ložisky, proudovodné a izolační díly, ruční a elektromotorický pohon. Jeho parametry uvádí tab. 4-1 [18]

tab. 4-1 Parametry odpojovače QAK

Jmenovité napětí	1,2 - 38,5 kV (72,5 kV)
Jmenovitý proud	400 - 12000 A (60000 A)
Jmenovitý krátkodobý proud 1s (3s)	16 - 100 kA
Jmenovitý dynamický proud	40 - 250 kA
Jmenovitá frekvence	50 Hz (16 Hz, 60 Hz)
Mechanická odolnost	2000, 5000, 10000 (60000) C - O
Minimální životnost (let)	40
Typ pohonu	Ruční, ruční přes převodovku, motorové
Typ motoru	12V DC, 24V DC, 48V DC, 60V DC, 110V DC, 220V DC, 230V AC, 400V AC
Signalizace poloh	Koncové spínače (každý zvlášť na pozici), přímo na hlavní hřídeli Vačkové spínače (vysoká zatížitelnost)
Typ izolátorů	Epoxidové, porcelánové (dle požadavku)
Provedení, počet pólů, příslušenství	Dle požadavku

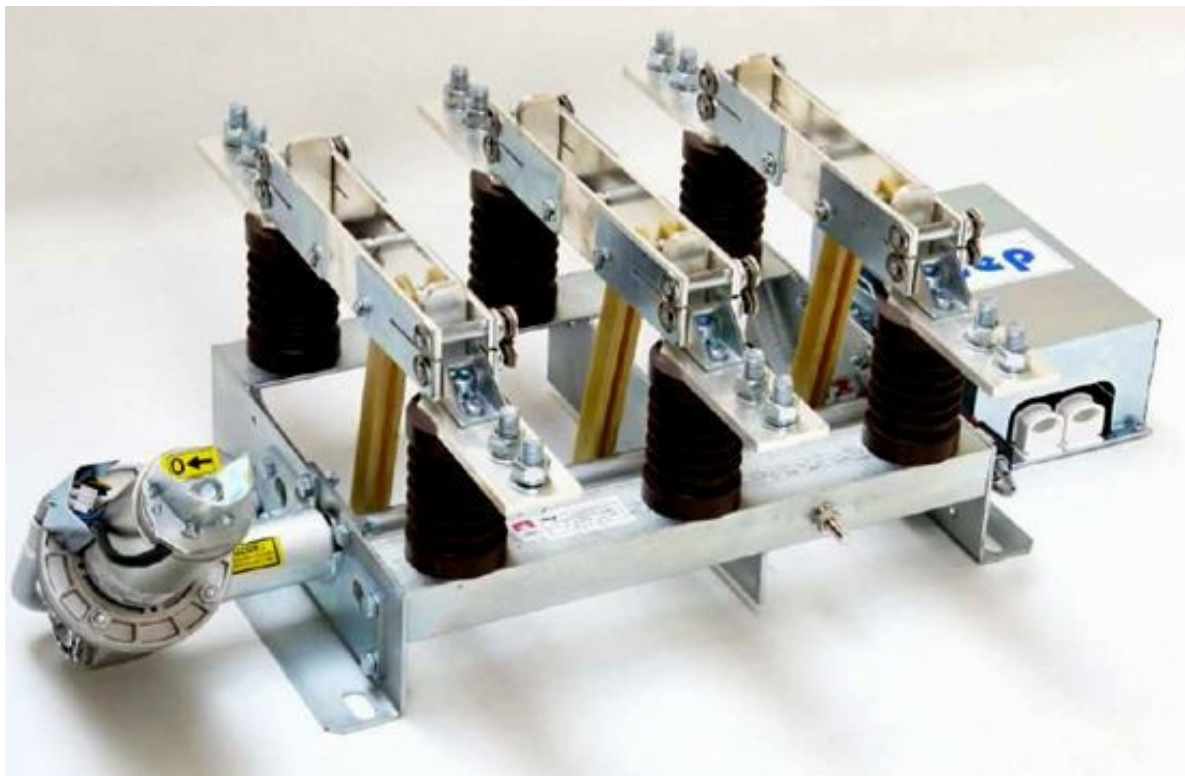
Pro dálkové ovládání se používají elektromotory umístěné v ose hřídele odpojovače. Tyto odpojovače jsou dále opatřeny koncovými (reverzačními) spínači pro krajní polohy pohyblivých kontaktů, dále signalizačními prvky a pomocným signalizačním spínačem.

Odpojovače typu QAKZ jsou i se zemnicími noži a mohou tak rozpojený obvod i uzemnit. Jsou zároveň vybaveny blokovacím mechanismem zabráňujícím chybnou manipulaci. V případě ručního pohonu a zapnutého vypínače je manipulace vyloučena blokovacím magnetem.

Odpojovač QAK 12 kV, 630 A

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1. Typ, provedení | : QAK 12.630.25/1.L.1.11.FE 200/3
vnitřní kobkový trojpólový odpojovač |
| 2. Jmen.napětí | : 12 kV |
| 3. Jmen.proud | : 630 A |
| 4. Jmen.krátkodobý proud | : 25 kA |
| 5. Motorový pohon | : vlevo |
| 6. Jmen.napětí motoru | : 400 V AC |
| 7. Pomocný spínač | : 11C-11O-2P |
| 8. Nouzová ruční manipulace | : ruční přes motor |
| 9. Fázová rozteč | : 200 mm |

2 ks Izolační manipulační tyč IMT 2.S.1500 (výška odpojovače nad podlahou 2800mm)



obr. 3-1 Odpojovač QAK - IVEP

3.8.2 Vypínač 3AH5 - Siemens

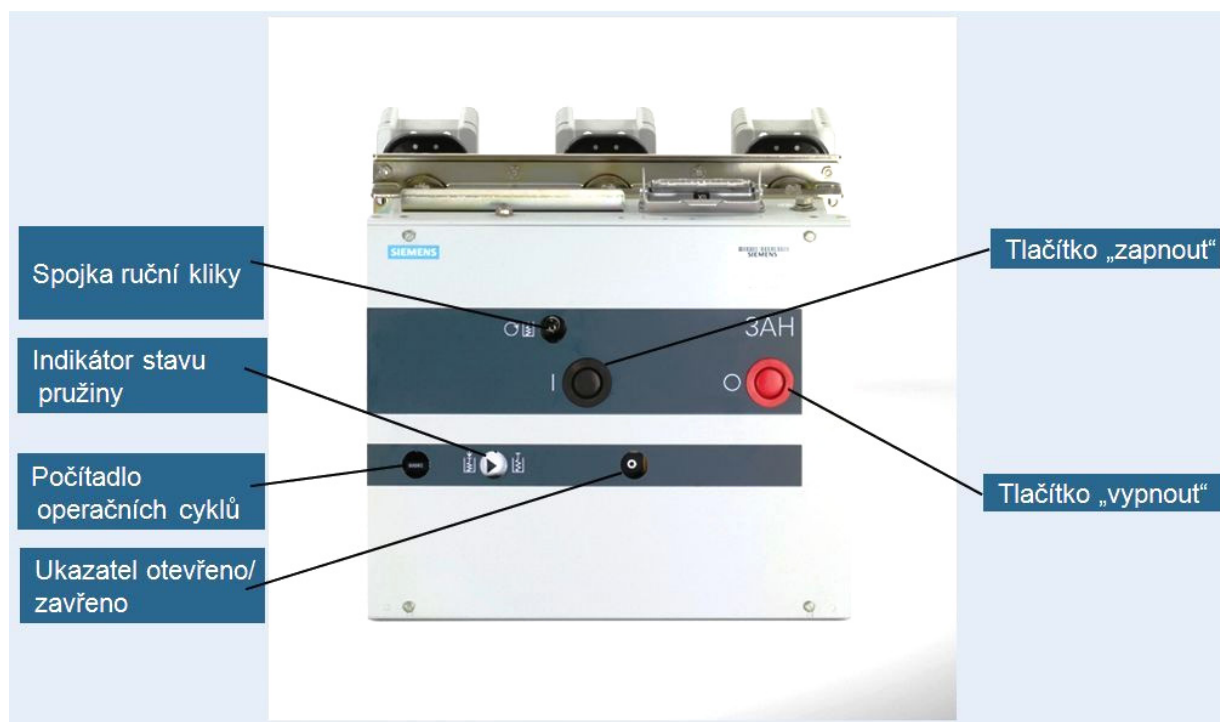
Vypínače pracují na principu nashrádání energie pružin jejich natažením a to buď motorovým pohonem, nebo ručním pomocí kliky.

U motorového pohonu se pružina pro zapnutí natáhne pomocí motoru a v nataženém stavu se zajistí. Na spínači je indikace natažené pružiny. Pružina se natáhne s pomocí tlačítka zapnutí, nebo zapínací cívky. Po vypnutí se pružina opětovně automaticky natáhne. Doba střádání je do 15 sekund.

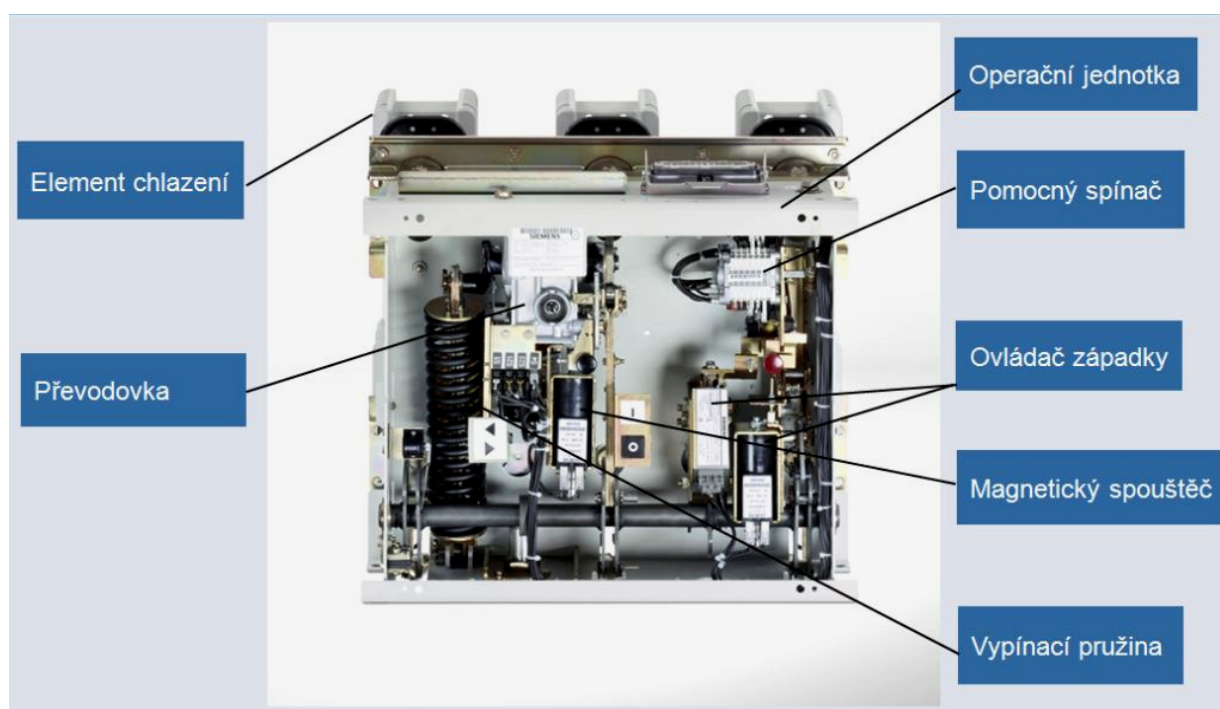
Při ručním pohonu se pružina natáhne pomocí kliky až do zajištění západkou ve stavu zapnuto. Pak lze tlačítkem vypínač manuálně zapnout, nebo elektricky a pružinu opět ručně natáhnout. Klikou otáčíme ve směru hodinových ručiček.

Zapínací spoušť může být jak na stejnosměrný, tak i střídavý proud. Vypínací spoušť je buď samočinná pomocí ochrany, nebo záměrná obsluhou.

Vlastní doba zapnutí je menší než 75 ms a vlastní doba vypnutí do 65 ms. Při jmenovitém proudu je možnost až 10 000 zapnutí bez údržby. Pohony vypínačů 3AH vyhovují potřebám opětovných zapnutí. Pro zapnutí slouží spoušť 3AY1510, kdy po úspěšném zapnutí je vnitřními obvody odpojována.



obr. 3-2 Vakuový vypínač 3AH5 Siemens - čelní strana



obr. 3-3 Vakuový vypínač 3AH5 Siemens - zadní strana

Parametry vakuového vypínače 3AH5

- | | |
|-------------------|---|
| 1. Typ, provedení | : 3AH5132-1, vakuový kobkový vypínač
pro pevnou montáž |
| 2. Jmen.napětí | : 12 kV |
| 3. Jmen.proud | : 800 A |

Studie přezbrojení kobek rozvodny 6 kV.

4. Jmen.vypínací proud	: 16 kA
5. Jmen.zapínací proud	: 40 kA
6. Rozteč pólů	: 210 mm
7. Motorový pohon	: 230 V AC, 50Hz
8. Vypínací spoušť	: 220 V DC
9. Zapínací spoušť	: 220 V DC
10. Pomocné kontakty	: 6NO + 6NC

3.8.3 Měřicí transformátor TSR - ABB

Přístrojový transformátor proudu TSR 61.2K, vnitřní kobkový s izolačním tělesem z lité epoxidové pryskyřice určený pro všeobecné použití. Primární svorky jsou vytvořeny normalizovanými připojovacími praporty z hliníku nebo mědi. Primární vinutí je vícezávitové, nepřepínatelné. Je možno použít zároveň jako průchodku.



obr. 3-4 Přístrojový transformátor proudu TSR

Parametry měřicího transformátoru TSR 61.2K

1. Typ, provedení	: TSR 61.2K , přístrojový transformátor proudu průchodkový do kobky
2. Převod	: 75//5/5 A
3. Třída přesnosti	: 1FS5/5P10
4. Výkon	: 10/10 VA
5. Jmen.proud Idyn	: min 16/40 kA, 12/28/75 kV
6. Izolační napětí	: 25 kV
7. Zkušební napětí	: 55 kV
8. Jmenovitý kmitočet	: 50 Hz
9. Jmenovitý sekundární proud	: 5 A
10. Hmotnost	: 24 kg

3.8.4 Terminál REF 630 - ABB

Ochranný, ovládací, signalizační, měřicí a monitorovací terminál pole vývodu IED REF 630 je komplexní elektronické inteligentní zařízení určené pro řízení vývodu. IED je vhodné pro impedančně uzemněnou síť. Čtyři nabízené předdefinované verze s malými nároky na uvedení do provozu. Při odlišném požadavku je možno REF 630 nakonfigurovat tak, aby vyhovovalo požadavkům na aplikaci.

Ovládání:

REF 630 je možno ovládat místně z ovládacího panelu, nebo dálkově pomocí protokolu IEC 61 850 (soubor norem pro komunikaci mezi zařízeními v rozvodnách). [10]

Přehled hlavních funkcí:

- ochranné funkce
 - nadproudová
 - nesměrová zemní
 - směrová zemní
 - třífázová proti tepelnému přetížení vývodu
 - třífázová detekce zapínacího proudu
 - fázová nevyváženost
 - přepět'ová s vyhodnocením sousledné složky
 - přepět'ová s vyhodnocením zpětné složky
 - frekvenční s vyhodnocením rychlosti změny frekvence
 - nadfrekvenční
 - podfrekvenční
 - lokátor zátěže
 - distanční
- ovládací funkce
 - vývodu
 - vypínače
 - odpojovače
 - místně, dálkově
 - rozhraní blokovacích podmínek
- funkce monitorování
 - kontrola poruchy pojistek
 - kontrola proudového obvodu
 - kontrola vypínacího obvodu
 - kontrola energie
 - kontrola staniční baterie
 - kontrola limitu měřené hodnoty
 - kontrola standardních měřených hodnot
- měřicí funkce
 - třífázového proudu a napětí
 - třífázového sdruženého napětí
 - nulové složky proudu
 - měření výkonu (P, Q, S), účinníku, frekvence

Popis hlavních parametrů:

- | | |
|---------------------|--|
| 1. Typ, provedení | : REF 630, SBFNAAABBAAZANNBXA,
pro zapuštěnou montáž, s pevným displejem, |
| 2. Napájecí napětí | : 220 V DC |
| 3. Analogové vstupy | : 4xCT (proudy) 5A,
4xVT (napětí) |
| 4. Binární vstupy | : 23 BI, 24 – 250 V DC |
| 5. Binární výstupy | : 18 BO |



obr. 3-5 Terminál vývodového pole REF 630 firmy ABB

3.8.5 Ovládací skříň pro kobkovou rozvodnu

Součástí této akce je zhotovení nových pravých dveří a nové vnitřní přístrojové vložky. Před započatím výroby je nutné přesné zaměření na místě. Přístrojovou vložku se doporučuje zhotovit mimo stavbu, lze však provést i na místě.

- | | |
|--------------------|---|
| Napěťová soustava | : 3 NPE AC 50 Hz, 400 V, TN-C-S (pohony)
2 – 110 V DC, IT (ovládání a signalizace) |
| Krytí | : IP 40 |
| Barva | : dle stav.skříní |
| Provozní prostředí | : normální |

Další požadavky :

- | | | |
|--------------------------------|-----------------|------------------------------|
| Popis skříně na horním panelu: | S01BCA01 | NAPÁJECÍ ČERPADLO EN1 |
| | S01BCA10 | NAPÁJECÍ ČERPADLO EN2 |

Studie přezbrojení kobek rozvodny 6 kV.

Na dveřích bude schematicky znázorněn příslušný vývod. Skříně musí být opatřeny samolepícími štítky (Blesk, Pozor el. zařízení nehasit vodou ani pěnovými přístroji).

3.8.6 Multifunkční měřicí přístroj SIMEAS P50 - Siemens

Přístroje Simeas P50/P55 jsou schopny měřit více než 80 hodnot jako jsou např. činný, zdánlivý a jalový výkon, fázové napětí a proudy, symetrii, vyšší harmonické napětí a proudů, externí signály a stavy. Údaje jsou zobrazovány buď přímo na grafickém displeji, který je dodáván na přání, nebo je přenáší do centrálního počítačového systému k dalšímu vyhodnocení a zpracování.

Tyto multifunkční měřicí přístroje lze použít pro získávání, zobrazování a další zpracování externích signálů v rozsahu měření 0 - 20 mA DC. Identifikují poklesy napětí, poruchy v síti, přepětí, flicker, harmonické. Za pomoci automatické analýzy je možno stanovit opravné zásahy. Z ekonomického hlediska je důležité snížení jalové a harmonické složky. Tyto přístroje pomáhají dosáhnout maximální vytižení provozního zařízení. [11]

Účel: Měření spotřeby el. energie napájecích čerpadel EN1,2

Typ	: 7KG7750-0AA01-0AA0
Provedení	: do panelu
I/O – moduly	: bez
Krytí	: IP 41
Komunikační modul	: RS485 s PROFIBUS DP
Pomocné napětí	: 230 V AC, 50H



obr. 3-6 Multifunkční měřicí přístroj Simeas P

4 Závěr

Cílem této Bakalářské práce je návrh přezbrojení kobek č. 1 a 10 v rozvodně 6 kV vlastní spotřeby Teplárny Karviná a nově nahradit stávající výzbroj vývodu novými silovými měřicími a ovládacími prvky.

V první části rozdělené do dvou hlavních kapitol se zabývám všeobecným popisem rozvodu a navrhovaných strojů a přístrojů s bližším zaměřením na zařízení, které bude předmětem vlastního návrhu přezbrojení.

Hlavní důvod tohoto návrhu je nespolehlivost stávajících vypínačů SF₆ a nedostatek náhradních dílů stávajících komponentů.

V důsledku několika poruch na vypínači SF₆ bylo nutno vypnout jednu větev přípojníc rozvodny a přepnout všechny pohony dané přípojnice na sběrnou druhou. Tyto manipulace jsou pro pracovníky obsluhy náročné, nebezpečné a plynulost provozu je narušena.

Druhá část zahrnuje popis stávajícího stavu rozvodny a zdůvodnění návrhu nových zařízení.

Třetí část obsahuje samotný návrh na přezbrojení kobek č. 1 a č. 10. Dále tato část zevrubněji popisuje jednotlivé prvky navrhované výzbroje a bližší seznámení s nimi jako jsou technická data, principy funkcí apod. Detailním rozmístěním nového zařízení se tato práce nezabývá.

Je na provozovateli, aby zvážil tyto ekonomické a provozní hlediska. Nesporným přínosem je výměna výkonových vypínačů. Poruchové a zastaralé vypínače SF₆ již nevyhovují jak po stránce bezpečnosti, plynulosti provozu ale i z hlediska ekonomického a ekologického..

Napájecí čerpadla jsou spolu s oběhovými čerpadly, tahovými a primárními ventilátory nejdůležitější pohony v teplárnách. Jejich spolehlivost je tedy prvořadá.

Dalším významným přínosem v navrhovaném řešení je multifunkční řídicí a ochranný terminál REF 630. Tento přístroj nepřetržitě monitoruje vývod napájecího čerpadla, zapisuje do vnitřní paměti manipulace, stavy a jeho schopností je i poměrně přesně lokalizovat vznik poruchy. Zkrácením času na diagnostiku závady se sníží prostoje a tím zvýší plynulost a efektivnost provozu.

5 Literatura

- [1] Honzík J., <http://elektrika.cz/data/clanky/ddor040106>
- [2] Orságová, J.; Rozvodná zařízení. 1. vyd. Brno: VUT, 2008
- [3] Česák P., www.cesak.com/download.php?id=171
- [4] Helštýn D., Kačor P., Hytka Z., El. přístroje spínací ochranné a jisticí VŠB, 2003
- [5] http://www.pslib.cz/pe/skola/studijni_materialy/prezentace/elektroenergetika
(Rozvodny a transformovny 1.pps)
- [6] Kostka T., Topolánek O., Elektrické přístroje, SOUT - Havířov, 2003
- [7] Vavříňák P., El.stroje a přístroje, SŠ Elektrotechnická, 2006
- [8] Blažek V., Vávra Z., Vysoké napětí a el. přístroje, FEKT - VUT v Brně
- [9] Blažek V., Vávra Z., Stavba el. strojů a přístrojů, FEKT - VUT v Brně
- [10] Katalogy firmy ABB Brno
- [11] Katalogy firmy Siemens
- [12] Matějčíček L., časopis Elektro 11/2010
- [13] <http://www.etm.cz/rubriky/meraky/518-merici-senzor>, 2010
- [14] Vrána V., Koudelka C., Vnější vlivy, str. 2, skriptu VŠB, 2006
- [15] TČA-MPP-4.9-05.03 Místní provozní předpisy pro elektroprovoz TČA
- [16] Katalog firmy Dohnalek.cz
- [17] http://www.pslib.cz/pe/skola/studijni_materialy/ochrany/Ochrany-%FAvod.pdf
- [18] Katalogy firmy IVEP, a.s. (Inženýrsko-výrobní elektrotechnický podnik, a.s. Brno)